

- Mihaela -

INSTITUTUL DE CONSTRUCTII BUCURESTI  
CATEDRA DE CONSTRUCTII METALICE

Paul Ioan Eugen Chesaru  
Ecaterina Bejinariu

CONSTRUCTII  
METALICE  
EXEMPLE DE CALCUL

23

PENTRU UZUL STUDENTILOR DIN ANII : — IV INGINERI SI V INGINERI SERAL

1985

Capitolul 6. Imbinări cu tițe.....	164
6.1. Clasificarea imbinărilor cu tițe.....	164
6.2. Condiții constructive.....	164
6.3. Relații de calcul.....	165
6.4. Aplicații.....	174

## Anexe

Anexa 1. Elemente pentru calculul construcțiilor metalice.....	192
Tabelul 1.1. Modul de elasticitate, coeficient de contracție transversală, de dilatare lineară și greutate tehnice.....	192
Tabelul 1.2. Rezistențe normale pentru laminate din oțel.....	192
Tabelul 1.3. Rezistențe de calcul pentru profile și table laminate.....	193
Tabelul 1.4. Rezistențe de calcul pentru nituri.....	193
Tabelul 1.5. Rezistențe de calcul pentru șuruburi.....	194
Tabelul 1.6. Rezistențe de calcul pentru verificarea la presiune pe pereții găurii la imbinări cu șuruburi de înaltă rezistență preten-sionate.....	194
Tabelul 1.7. Rezistențe de calcul pentru cordoane de sudură.....	195
Tabelul 1.8. Săgeți limită admise.....	196
Tabelul 1.9. Lungimi de flambaj la bare cu efort axial variabil.....	197
Tabelul 1.10. Lungimi de flambaj la grinzi cu zăbrele.....	198
Tabelul 1.11. Lungimi de flambaj la grinzi cu zăbrele.....	198
Tabelul 1.12. Lungimi de flambaj la grinzi cu zăbrele.....	198
Tabelul 1.13. Lungimi de flambaj la stâlpi cu secțiune constantă și efort axial constant.....	199
Tabelul 1.14. Coeficienți de zveltețe limită ai barelor comprese.....	199
Tabelul 1.15. Coeficienți de zveltețe limită ai barelor întinse.....	200
Tabelul 1.16. Coeficienți pentru calculul zvelteței transformate a grinzilor încoavate cu secțiune I.....	200
Tabelul 1.17. Formele și dimensiunile rosturilor la sudurile cap la cap.....	201
Tabelul 1.18. Formula și dimensiunile rosturilor la sudurile în colț.....	203
Tabelul 1.19. Aria secțiunii de rezistență în zona filstulgi de la șuruburi.....	206

Tabelul 1.20. Distanțe-între șuruburi (nituri) și între acestea și marginile șuruburilor.....	206
Tabelul 1.21. Coeficienții $K_1, K_2$ pentru verificarea stabilității pereților elementelor comprese centric.....	206
Tabelul 1.22. Încadrarea în curbele de flambaj.....	207
Tabelul 1.23. Coeficienți $\varphi, \chi$ pentru oțel OL 37.....	208
Tabelul 1.24. Coeficienți $\varphi, \chi$ pentru oțel OL 44.....	211
Tabelul 1.25. Coeficienți $\varphi, \chi$ pentru oțel OL 52.....	215
Tabelul 1.26. Secțiuni cu o axă de simetrie; caracteris-tici necesare verificării de stabilitate.....	219
Tabelul 1.27. Grinzi cu oinci deschideri; calculul momentelor și forțelor tăietoare.....	221
Tabelul 1.28. Calculul săgeților.....	222
. grinzi simplu rezemate.....	222
. grinzi simplu rezemate; cu console.....	223
. grinzi consolă.....	224
. grinzi încastrate la un capăt și simplu rezemate la celălalt capăt.....	225
. grinzi dublu încastrate.....	226
Tabelul 1.29. Calculul integralei $\int M \cdot m \cdot ds$ .....	227
Anexa 2 Produse din oțel folosite în construcții metalice; dimensiuni, mase, caracteristici geometrice.....	229
Tabelul 2.1. Oțel I laminat la cald.....	229
Tabelul 2.2. Oțel U laminat la cald.....	230
Tabelul 2.3. Oțel cornier cu aripi egale, laminat la cald.....	231
Tabelul 2.4. Oțel cornier cu aripi neegale, laminat la cald.....	232
Tabelul 2.5. Oțel rotund laminat la cald.....	233
Tabelul 2.6. Oțel pătrat.....	234
Tabelul 2.7. Tevi din oțel, fără sudură, laminate la cald pentru construcții.....	235
Tabelul 2.8. Table din oțel pentru construcții.....	237
Tabelul 2.9. Caracteristici geometrice ale secțiunilor compuse din corniere.....	239
Tabelul 2.10. Caracteristici geometrice ale secțiunilor compuse din corniere.....	240
Tabelul 2.11. Caracteristici geometrice ale secțiunilor compuse din corniere.....	242
Tabelul 2.12. Caracteristici geometrice ale secțiunilor compuse din corniere.....	245
Tabelul 2.13. Caracteristici geometrice ale secțiunilor compuse din profile laminate U.....	244
Tabelul 2.14. Caracteristici geometrice ale secțiunilor compuse din profile laminate U.....	245

Tabelul 2.15. Șuruburi de înaltă rezistență pretensionate; dimensiuni piulițe, dimensiuni mase.....	245
Tabelul 2.16. Șuruburi de înaltă rezistență pretensionate; saibe.....	246
Tabelul 2.17. Șuruburi de înaltă rezistență pretensionate; mase (STAS 8796/1-77).....	247
Tabelul 2.18. Lungimi de stringare ale șuruburilor de înaltă rezistență pretensionate (STAS 8796/1-77).....	248
Tabelul 2.19. Șuruburi grosolane cu cap hexagonal; dimensiuni. Piulițe grosolane, hexagonale; dimensiuni, mase.....	249
Tabelul 2.20. Șuruburi grosolane, cu cap hexagonal; mase (STAS 920-69).....	250
Tabelul 2.21. Șuruburi semiprecise, cu cap hexagonal; dimensiuni. Piulițe semiprecise, hexagonale; dimensiuni, mase.....	251
Tabelul 2.22. Șuruburi semiprecise, cu cap hexagonal; mase (STAS 6220-69).....	252
Tabelul 2.23. Saibe plate, grosolane; dimensiuni, mase.....	253
Tabelul 2.24. Grupe de caracteristici mecanice ale șuruburilor (STAS 2700/5-80).....	253
Tabelul 2.25. Nituri: diametru nominal, diametru de calcul, diametrul găurii.....	254
Tabelul 2.26. OTEL I. Date constructive pentru realizarea prinderilor.....	254
Tabelul 2.27. OTEL C. Date constructive pentru realizarea prinderilor.....	255
Tabelul 2.28. OTEL CORNIER CU ARIPI EGALE. Date constructive pentru realizarea prinderilor.....	256
Tabelul 2.29. OTEL CORNIER CU ARIPI NEEGALE. Date constructive pentru realizarea prinderilor.....	256
Anexa 3 - Elemente pentru calculul îmbinărilor cu tijă.....	260
Tabelul 3.1. Efortul capabil la forfecare al unui nit.....	261
Tabelul 3.2. Efortul capabil la forfecare al unui șurub introdus în gaură obișnuită (îmbinare nepăsuită).....	261
Tabelul 3.3. Efortul capabil la forfecare al unui șurub cu tijă precisă introdus în gaură cu cel mult 0,3 mm mai mare (îmbinare pasuită).....	262
Tabelul 3.4. Efortul capabil la întindere al unui nit.....	263
Tabelul 3.5. Efortul capabil la întindere al unui șurub.....	263
Tabelul 3.6. Efortul capabil la presiune pe pereții găurii pentru nituri și șuruburi precise (îmbinări pasuite) la piese din OL 57.....	264

Tabelul 3.7. Efortul capabil la presiune pe pereții găurii pentru nituri și șuruburi precise (îmbinări pasuite) la piese din OL 44.....	265
Tabelul 3.8. Efortul capabil la presiune pe pereții găurii pentru nituri și șuruburi precise (îmbinări pasuite) la piese din OL 52.....	266
Tabelul 3.9. Efortul capabil al unui șurub de înaltă rezistență pretensionat.....	267
Tabelul 3.10. Coeficienți K pentru $b=2$ .....	268
Tabelul 3.11. Coeficienții $K_1$ și $K_2$ pentru $a=1; b=1$ .....	269
Tabelul 3.12. Coeficienții $K_1$ și $K_2$ pentru $a=2; b=1$ .....	270
Tabelul 3.13. Coeficienții $K_1$ și $K_2$ pentru $a=2; b=1$ .....	278
Tabelul 3.14. Coeficienții $K_1$ și $K_2$ pentru $a=3; b=1$ .....	285
Tabelul 3.15. Coeficienții $K_1$ și $K_2$ pentru $a=3; b=1$ .....	294
Tabelul 3.16. Coeficienții $K_1$ și $K_2$ pentru $a=4; b=1$ .....	302
Tabelul 3.17. Coeficienții $K_1$ și $K_2$ pentru $a=4; b=1$ .....	310
Bibliografia .....	318

# P R E F A T A

Prezenta lucrare a fost elaborată în scopul de a constitui un ajutor și îndrumar eficient studenților care iau contact pentru prima dată cu disciplina Construcții metalice; un ajutor în înțelegerea și completarea problematicei tratate în seminarul de construcții metalice din semestrul 9 cursuri serale și semestrul 7 cursuri de zi la secția ingineri și un îndrumar al primilor pași în proiectarea elementelor de construcții metalice.

Lucrarea este structurată în două părți: o parte cuprinzând aplicații și o parte cuprinzând anexe cu elemente necesare rezolvării problemelor din partea de aplicații.

Prima parte are șase capitole dintre care patru cuprind probleme de dimensionare și verificare prin calcul a elementelor de construcții metalice supuse la întindere axială, răsucire cu deplanare liberă, compresie axială, încovoiere, iar două capitole conțin probleme de prinderi și înălțări realizate cu sudură și cu țije (șuruburi, nituri).

La începutul fiecărui capitol sunt tratate aspectele teoretice ale problematicei din capitolul respectiv, într-o dezvoltare care permite rezolvarea integrală a aplicațiilor practice propuse. S-au considerat cunoscute noțiunile fundamentale tratate în cursurile de mecanica construcțiilor precum și materialele cu care se realizează construcțiile metalice, problemă tratată în primele ore de curs.

A doua parte, compusă din anexe, cuprinde tabele cu date despre profilele utilizate curent, secțiuni simple sau compuse, extrase din Stasul 10108/0-78, tabele ajutătoare pentru calcul etc.; sunt publicate pentru prima dată tabele cu coeficienții rezultați din sistematizarea calculului împănărilor cu țije obișnuite, coeficienți calculați pentru prima dată de către un grup de absolvenți ingineri ai seriei 1980 (Micu Bogdan, Nedelcu Mircea și alții). Partea grafică a lucrării a fost realizată de studenta din anul V ingineri zi, Ion-Gongea Patricia.

În speranța că lucrarea își va atinge scopul didactic propus autorii aduc anticipat mulțumiri celor care prin sugestii și observații vor contribui la îmbunătățirea ei, iar în dorința de a ajuta pe cei care trebuie să "învețe la metal" autorii întorc un gând de recunoștință celor care i-au "învățat metal".

AUTORII

martie 1985

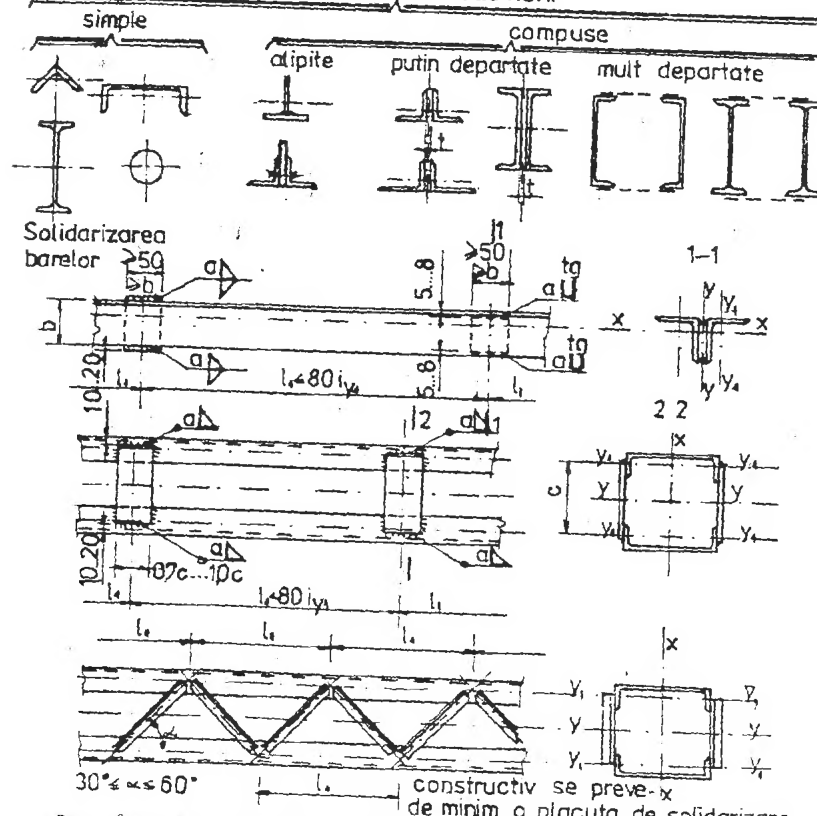


## CAPITOLUL 1

## Elemente solicitate la întindere axială

## 1.1. Alcătuirea secțiunii

## TIPURI DE SECȚIUNI



Bare întinse se întind la grilezi cu zăbrele (diagonale, talpa inferioară), tiranți, grilezi macez, oasuri etc.

## 1.2. Relații de calcul

Tabelul 1.1

	Rezistență	Deformabilitate	Veltețea
Verificare	$\sigma = \frac{N}{A_{net}} \leq R^1)$	$\Delta l = \frac{N^2 l}{EA_{brut}} \leq \Delta l_a$	$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} \leq \lambda_a^2)$ $\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} \leq \lambda_a$
Dimensionare	$A_{nec} = \frac{N}{R}$	$A_{nec} = \frac{N^2 l}{E \cdot \Delta l_a}$	-
Capacitate portantă	$N_{cap} = A_{ef} \cdot R$	$N_{cap}^n = \frac{\Delta l_a \cdot E \cdot A_{brut}}{l}$	-

- 1) In cazul barelor întinse îmbinate cu șuruburi de înaltă rezistență prețensionate, se fac două verificări:

$$\sigma = \frac{N}{A_{brut}} \leq R \text{ și } \sigma = \frac{N'}{A_{net}} \leq R \text{ în care :}$$

$$N' = N \left( 1 - 0,4 \frac{n_1}{n} \right), \text{ unde } n_1 = \text{numărul de șuruburi din}$$

secțiunea care se verifică și

$n$  = numărul de șuruburi de pe o jumătate a îmbinării (V.Apl.IV cap.I)

- 2) In cazul barelor realizate dintr-un singur cornier se calculează

$$\lambda_v = \frac{l_v}{i_v} \leq \lambda_a$$

Notă:

$A_{brut}$  = aria secțiunii fără slăbiri

$A_{net} = A_{brut} - A_{sl}$  :  $A_{sl}$  = aria slăbirilor

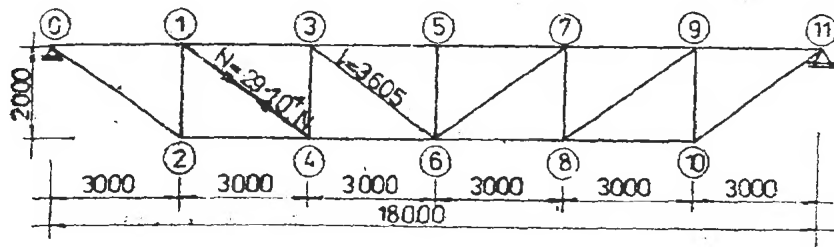


# APLICATIA II

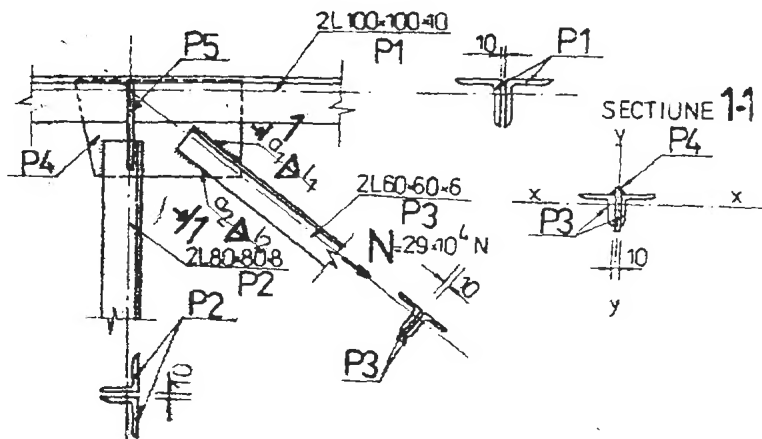
Să se dimensioneze diagonala întinsă ①-④ a grinzii cu zăbrele din figură, în ideea că prinderea la nod se face prin:

- sudură
- șuruburi

Diagonala este realizată din OL 37.



- Prindere cu sudură



## • Dimensionare

$$A_{\text{neq}} = \frac{N}{R} = \frac{29 \cdot 10^4}{220} = 13,18 \cdot 10^2 \text{ mm}^2 = 13,18 \text{ cm}^2 \quad \text{Tabel profile}$$

— Anexa 2 — Aleg  $L 60 \times 60 \times 6$  cu  $\left\{ \begin{array}{l} A_{\text{ef}} = 13,82 \text{ cm}^2 \\ i_x = 1,82 \text{ cm} \\ i_y = 2,85 \text{ cm} \end{array} \right.$  Tabel 2.9



## • Verificarea de rezistență

$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{net}}} \leq R \quad A_{\text{net}} = A_{\text{brut}} \text{ (nu sînt slăbiri în secțiunea barei)}$$

$$= \frac{29 \cdot 10^4}{13,82 \cdot 10^2} = 209,84 \text{ N/mm}^2 < R = 220 \text{ N/mm}^2$$

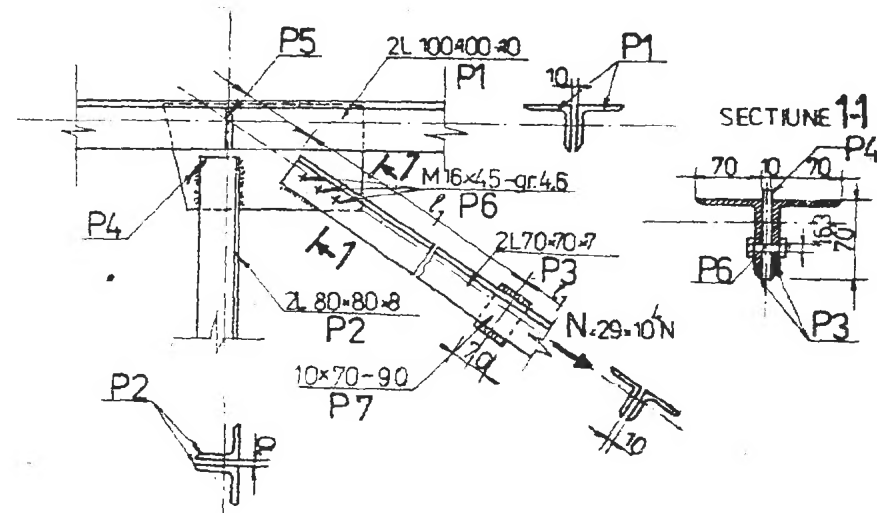
## • Verificarea zveltății

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 360,5}{1,82} = 159 < \lambda_a = 400; \quad l_x = 0,8 l \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{vezi} \\ \text{Anexa 1} \\ \text{tabelul} \\ 1.10 \end{array} \right.$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{360,5}{2,85} = 127 < \lambda_a = 400; \quad l_y = l$$

- distanța între plăcuțele de solidarizare  $l_1 \leq 80 i_{y1} = 1400 \text{ mm}$

- Prindere cu șuruburi

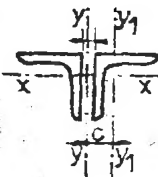


- Dimensionare

$$A_{nec} = \frac{N}{\sigma \cdot R} = \frac{29 \cdot 10^4}{0,85 \cdot 220} = 1551 \text{ mm}^2 = 15,51 \text{ cm}^2 \quad \frac{\text{Tabela}}{\text{profile}}$$

Ansatz 2  $\log 2 \lfloor 70 \times 70 \rfloor$   
rebel 2.9

$$I_y = \sqrt{I_{y1}^2 + 0^2}$$



- Verificarea de rezistență

$$A_{\text{net}} = A_{\text{brut}} - A_{\text{sc}} = 18,80 - 2 \cdot 1,5 \cdot 0,7 = 16,52 \text{ cm}^2$$

$$\tau = \frac{N}{A_{\text{net}}} = \frac{29 \cdot 10^4}{1652} = 176 \text{ N/mm}^2 < R = 220 \text{ N/mm}^2$$

### • Verificarea zveltetei

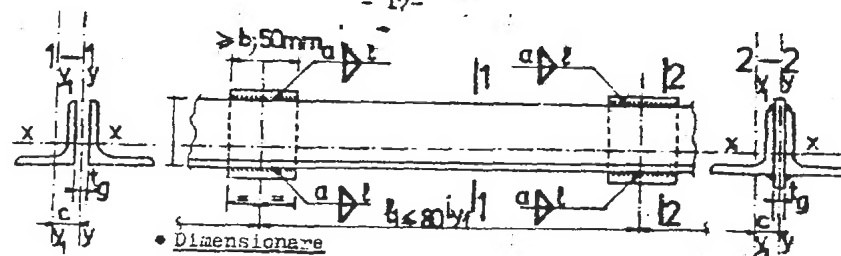
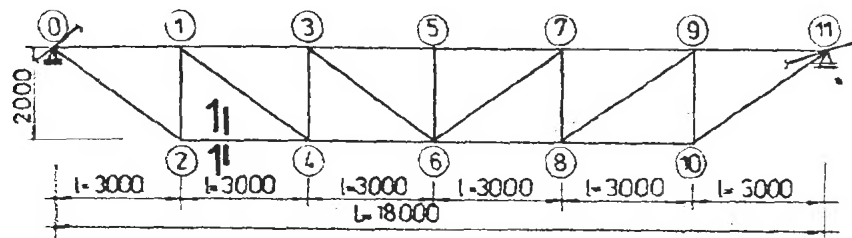
$$\lambda_x = \frac{0,8\ell}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 360,2}{2,12} = 135 < \lambda_a = 400$$

$$\lambda_f = \frac{c}{i_f} = \frac{360,5}{3,26} = 110,6 < \lambda_a = 400$$

- Distanța dintre plăcuțele de solidarizare  $l_1 \leq 80$  și  $l_2 = 1650$  mm

### APLICATIA III

Să se dimensioneze talpa inferioară a grinzii cu zăbrele la efortul  $N=660 \text{ kN}$ , realizată din corniere laminate la cald din OL 37.



- Dimensionare

$$A_{\text{rec}} = \frac{\pi R^2}{R} = \frac{660 \cdot 10^3}{220} = 3000 \text{ mm}^2 = 30 \text{ cm}^2 \quad \text{Table 1, profile}$$

~~Anexa 2~~ Alge 2 L 100 x 100 x 10  
tabel 2.9

$$\begin{aligned} \lambda_{ep} &= 3840 \text{ cm}^2 \\ l_x &= 3,04 \text{ cm} \\ l_y &= 4,43 \text{ cm} \\ i_y &= \sqrt{\frac{I_{y1}}{A} + e^2} \end{aligned}$$

- Verificarea de rezistență

$$\sigma = \frac{M}{A_{net}} \leq R \quad A_{net} = A_{brut} \text{ (nu sint slăbiri în secțiunea barei)}$$

$$\sigma = \frac{100 \cdot 10^3}{38,4 \cdot 10^2} = 172 \text{ KN/mm}^2 < R = 220 \text{ KN/mm}^2$$

- Verificarea zvoletor

$$\lambda_x = \frac{l_x}{L_x} < \lambda_a ; l_x = l$$

$$\lambda_y = \frac{\ell_y}{z_y} < \lambda_z \quad \ell_y = 1$$

$$\lambda_T = \frac{3 \cdot 10^2}{3.04} = 99 < \lambda_0$$

$$\lambda_y = \frac{18 \cdot 10^2}{4.43} = 406 > \lambda_a$$

Deoarece  $\lambda_2 > \lambda_1$  se vor alege profile cu aripi neegale de arie aproximativ egală și cu raza de girație mai mare care să verifice condiția de  $\lambda_2$  sau se introduc legături suplimentare la talpă inferioară pe direcție perpendiculară pe planul fermei:

a) Varianta - profile cu aripi neegale

$$A_{\text{rec}} = 30 \text{ cm}^2$$

Tabel                  Anexa 2

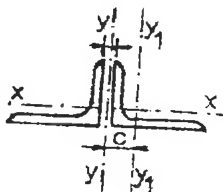
profile      tabel 2.12 →

Alag: 2 L 100 x 75 x 9

$$A_{ep} = 30,20 \text{ cm}^2$$

$$l_y = 2,17 \text{ см}$$

$$i_y = 4.73 \text{ cm}$$



- Verificarea de rezistență

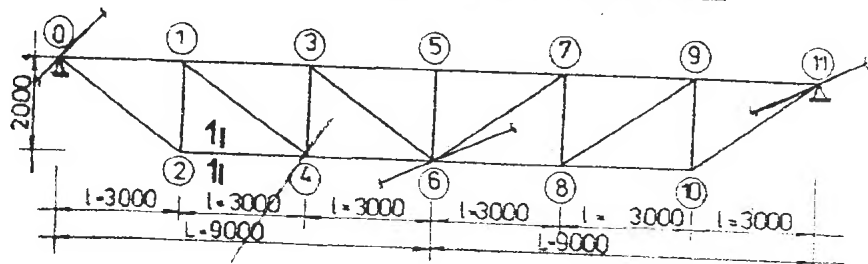
$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{660 \cdot 10^3}{30,20 \cdot 10^2} = 218,5 \text{ N/mm}^2 < R = 220 \text{ N/mm}^2$$

- Verificarea zveltetei

$$\lambda_x = \frac{3 \cdot 10^2}{2,17} = 138 < \lambda_a = 400 \quad ; \quad i_y = \sqrt{i_{y_1}^2 + a^2}$$

$$\lambda_y = \frac{18 \cdot 10^2}{4,73} = 380,6 < \lambda_a = 400; \text{ Distanța dintre plăcuțele de solidarizare } l_1 \leq 80 \text{ i } l_2 \approx 2500 \text{ mm}$$

b) Varianta - legături suplimentare la talpa inferioară pe  
direcție perpendiculară pe planul ferrei



• Verificarea zvelteții pentru  $2100 \times 100 \times 10$

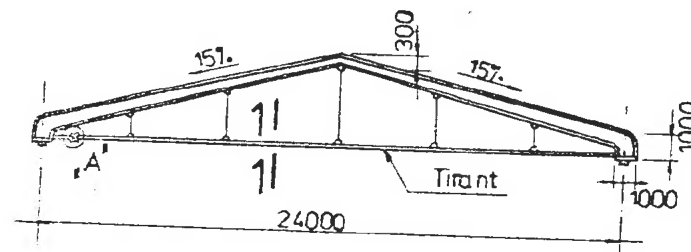
$$\lambda_z = \frac{L_z}{I_z} = \frac{3 \cdot 10^2}{3,04} = 99 < \lambda_g = 400$$

$$\lambda_g = \frac{l_g}{i_g} = \frac{2 \cdot 10^2}{4,43} = 203 \times \lambda_B = 400$$

- Distanța între plăcuțele de solidarizare  $l_1 \leq 80$  și  $\approx 2400$  mm
- Varianta cu talpa din  $2 \times 100 \times 100 \times 10$  este nerăzională, deoarece pe de o parte necesită o legătură pe direcție transversală tălpii, iar pe de altă parte secțiunea este supra dimensionată  $\sigma = 172 \text{ N/mm}^2 \ll R$

APLICATIA IV

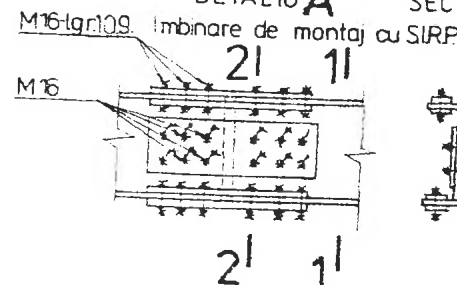
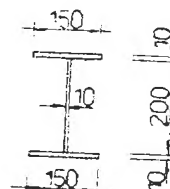
Să se verifice tirantul la starea limită de rezistență și deformabilitate. Tirantul este realizat din oțel OL 57. Efortul de întindere în tirant din încărcările de calcul este  $N = 1000 \text{ kN}$ , iar coeficientul încărcării  $n = 1,3$  pentru toate încărcările;  
 $\Delta \ell_a = 20 \text{ mm}$



## SECȚIUNEA 11

DETALIU A

SECTIONEA 2-2



• Verificarea de rezistență

Îmbinarea fiind realizată cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate se fac două verificări:

$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{brut}}} \leq R \quad \text{și} \quad \tau = \frac{N'}{A_{\text{net}}} \leq R$$

$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{brut}}} = \frac{1000 \cdot 10^3}{50 \cdot 10^2} = 200 \text{ N/mm}^2 < R = 220 \text{ N/mm}^2$$

$$N' = N(1 - 0,4 \frac{n_1}{n}) = 1000(1 - 0,4 \frac{6}{18}) = 867 \text{ KN}$$

$$A_{\text{net}} = A_{\text{brut}} - A_{92} = 50 - 6 \cdot 1,7 \cdot 1 = 39,80 \text{ cm}^2$$

$$\tau = \frac{N'}{A_{\text{net}}} = \frac{867 \cdot 10^3}{39,80 \cdot 10^2} = 218 \text{ N/mm}^2 < R = 220 \text{ N/mm}^2$$

• Verificarea stării limită de deformabilitate

$$\Delta l = \frac{N^2 \cdot l}{EA} ; \quad N^2 = \frac{N}{n} = \frac{1000}{1,3} = 769 \text{ KN}$$

$$\Delta l = \frac{769 \cdot 10^3 \cdot 24 \cdot 10^3}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 50 \cdot 10^2} = 17,6 \text{ mm} < \Delta l_a = 20 \text{ mm}$$

CAPITOLUL 2

ELEMENTE SOLICITATE LA RASUCIRE LIBERA

2.1. Alețuirea secțiunii

TIPIURI DE  
SECȚIUNI

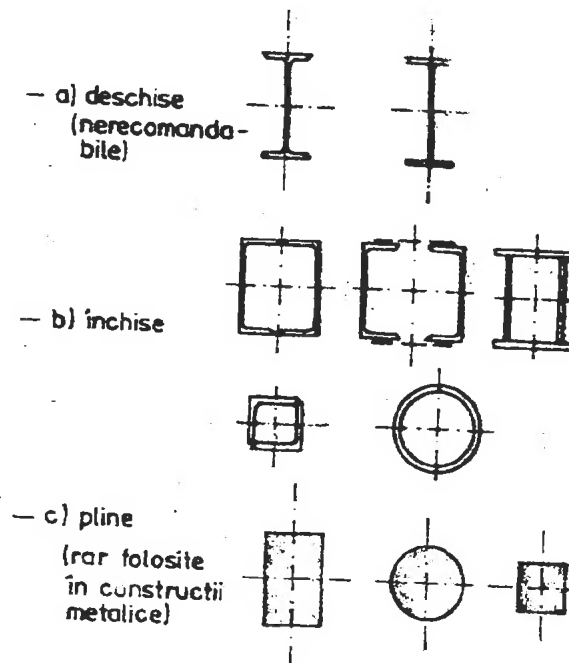


Fig. 2.1

## 2.2. Relații de calcul

## 2.2.1. Bare cu secțiune circulară

tabelul 2.1

	Starea limită de rezistență	Starea limită de deformabilitate	Observații
verificare	$\sigma = \frac{M_r}{I_p} \cdot r_{\max} = \frac{M_r}{W_p} \leq R_f$	$\theta = \frac{M_r^n}{GI_p} \leq \theta_a$ sau $\varphi = \frac{M_r^n \cdot l}{GI_p}$	$\theta_a = \frac{1}{5} \dots 1^\circ/\text{m}$
dimensionare	$W_{p\text{neo}} = \frac{M_r}{R_f}$	$I_{p\text{neo}} = \frac{M_r^n}{G \cdot \theta_a}$	$W_{\text{per}} > W_{\text{neo}}$ $I_{\text{per}} > I_{p\text{neo}}$
efort admisibil	$M_{r\text{cap}} = W_{\text{per}} \cdot R_f$	$M_{r\text{cap}}^n = I_{\text{per}} \cdot G \theta_a$	$\theta_a = \frac{\varphi_a}{l}$

## Notă:

 $M_r$  - moment de răsucire de calcul  $M_r = nM_r^n$  $M_r^n$  - moment de răsucire normal $r_{\max}$  - raza cercului (secțiunii) $I_p$  - moment de inerție polar
$$I_p = \frac{\pi \cdot D^4}{32} \quad \text{secțiune circulară} \quad \text{fig.2.2.a}$$

$$I_p = \frac{\pi(D_e^4 - D_i^4)}{32} \quad \text{secțiune inelară fig.2.2.b}$$
 $W_p$  - modul de rezistență polar

$$W_p = \frac{I_p}{r_{\max}}$$

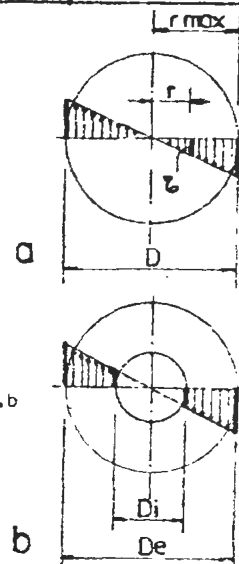


Fig. 2.2

$$W_p = \frac{\pi D^3}{16} \quad \text{secțiune circulară}$$

$$W_p = \frac{\pi(D_e^3 - D_i^3)}{16 D_e} \quad \text{secțiune inelară}$$

$G$  - modul de elasticitate transversal  
(pentru metal  $G = 8,1 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$ )

$\theta$  - răsucire specifică - rotirea relativă între două secțiuni aflate la distanță unitară

$\varphi$  - rotirea relativă între două secțiuni aflate la distanță

$l$  - distanța între două secțiuni față de care se calculează rotirea specifică

$R_f$  - rezistența de calcul la forfecare (din Anexa 1 tabelul 1.3)

## 2.2.2. Bare cu alte secțiuni

tabelul 2.2.

	Starea limită de rezistență	Starea limită de deformabilitate	Observații
Verificare	$\sigma_{\max} = \frac{M_r}{I_r} \cdot r = \frac{M_r}{W_r} \leq R_f$  $t$ - grosimea maximă	$\theta = \frac{M_r^n}{GI_r} \leq \theta_a$	
Dimensionare	$W_{r\text{neo}} = \frac{M_r}{R_f}$	$I_{r\text{neo}} = \frac{M_r^n}{\theta_a G}$	
capacitatea portantă	$M_{r\text{cap}} = W_{r\text{ref}} \cdot R_f$	$M_{r\text{cap}}^n = W_{r\text{ref}} \cdot \theta_a G$	

## Notă:

$M_r$ ;  $M_r^n$ ;  $G$ ;  $\theta$ ;  $\varphi$ ;  $R_f$  - cu semnificația de la pct.1.2.1

$W_r$  - modul de rezistență la răsucire - tabel 2.3.

$I_r$  - moment de inerție la răsucire - tabel 2.3.

### Caracteristici geometrice ale secțiunii

tabelul 2.3.

	Secțiune dreptunghiulară	Secțiune deschisă	Secțiune închisă	Observații
$W_r$	$W_r = K_1 b h^2$	$W_r = \frac{I_r}{t}$ $t$ - grosimea max.	$W_r = 2 \Omega t_{\min}$	$K_1$ - vezi tabel 2.4
$I_r$	$I_r = K b h^3$	$I_r = \frac{\alpha'}{3} \sum_{i=1}^n h_i t_i^3$	-	$\alpha'$ - vezi tabel 2.5 $K$ - vezi tabel 2.4

#### Notă :

- La secțiunile dreptunghiulare (fig. 2.3.) tensiunile tangențiale maxime sînt la mijlocul laturilor. Tensiunea tangențială maximă se află la mijlocul laturii lungi ( $h > b$ )

Tensiunea tangențială la mijlocul laturii scurte ( $b$ )

$$\tau_2 = \frac{M_r}{W_{r2}}$$

în care  $W_{r2} = K_2 \cdot W_r$

- $\Omega$  - aria închisă de linia mediană a secțiunii (punctat în fig. 2.5)

- $\alpha'$  - coeficient ce ține seama de efectul racordării la profile

coef.  $K, K_1, K_2$  pentru  
secțiune dreptunghiulară

Tabelul 2.4

$h/b$	$K$	$K_1$	$K_2$
1	0,141	0,208	1,000
1,2	0,166	0,219	0,93
1,5	0,196	0,231	0,86
1,75	0,214	0,239	0,82
2,0	0,229	0,246	0,79
2,5	0,249	0,258	0,77
3,0	0,263	0,267	0,75
4,0	0,281	0,282	0,74

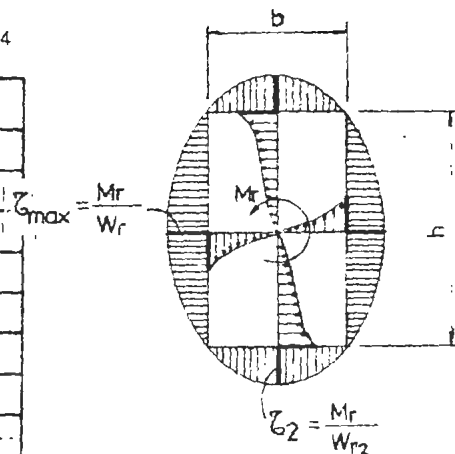
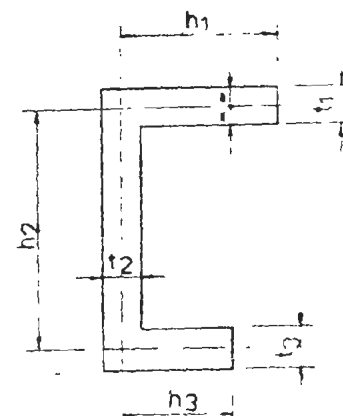


fig 23. SECȚIUNE DREPTUNGHILARĂ

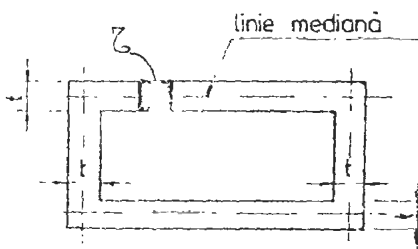
coef.  $\alpha'$  pentru secțiuni  
deschise

Tabelul 2.5

$\alpha'$	Secțiunea
2,0	secțiuni sudate
1,0	corniere
1,1	profile U
1,2	profile I



SECȚIUNE DESCHISĂ  
fig. 24

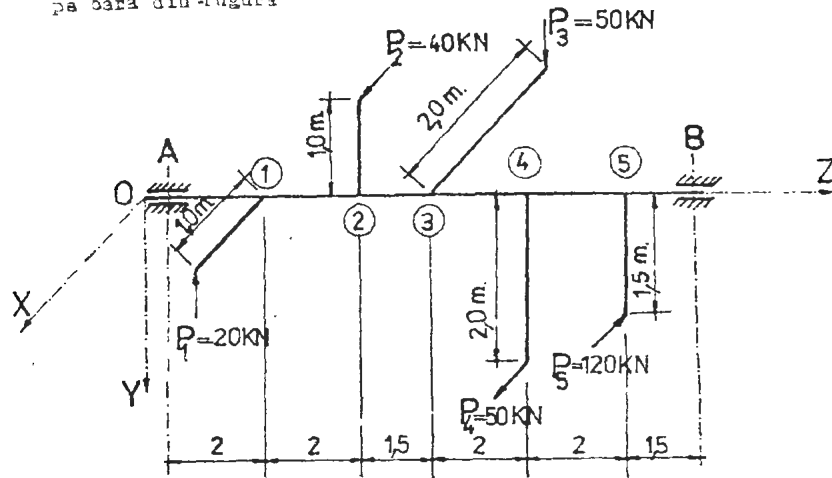


SECȚIUNE ÎNCHISĂ fig. 25

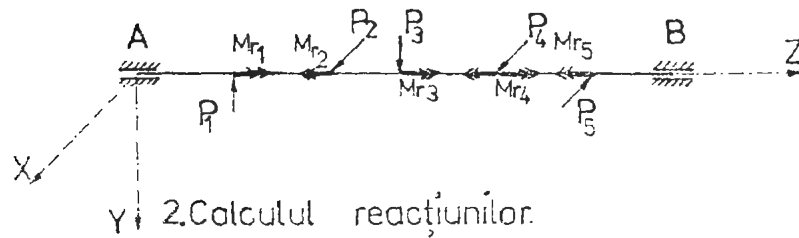


## APLICATIA I

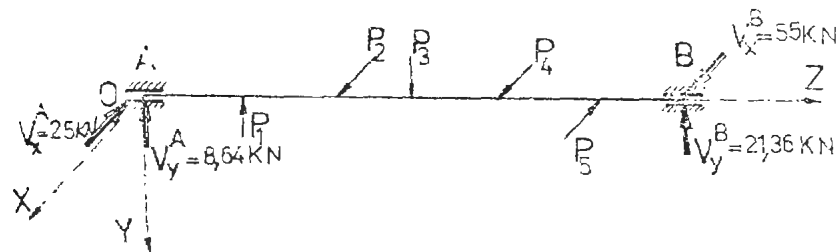
Să se traseze diagramele de eforturi  $T_x$ ;  $T_y$ ;  $M_x$ ;  $M_y$ ;  $M_r$  pe bara din-pătură



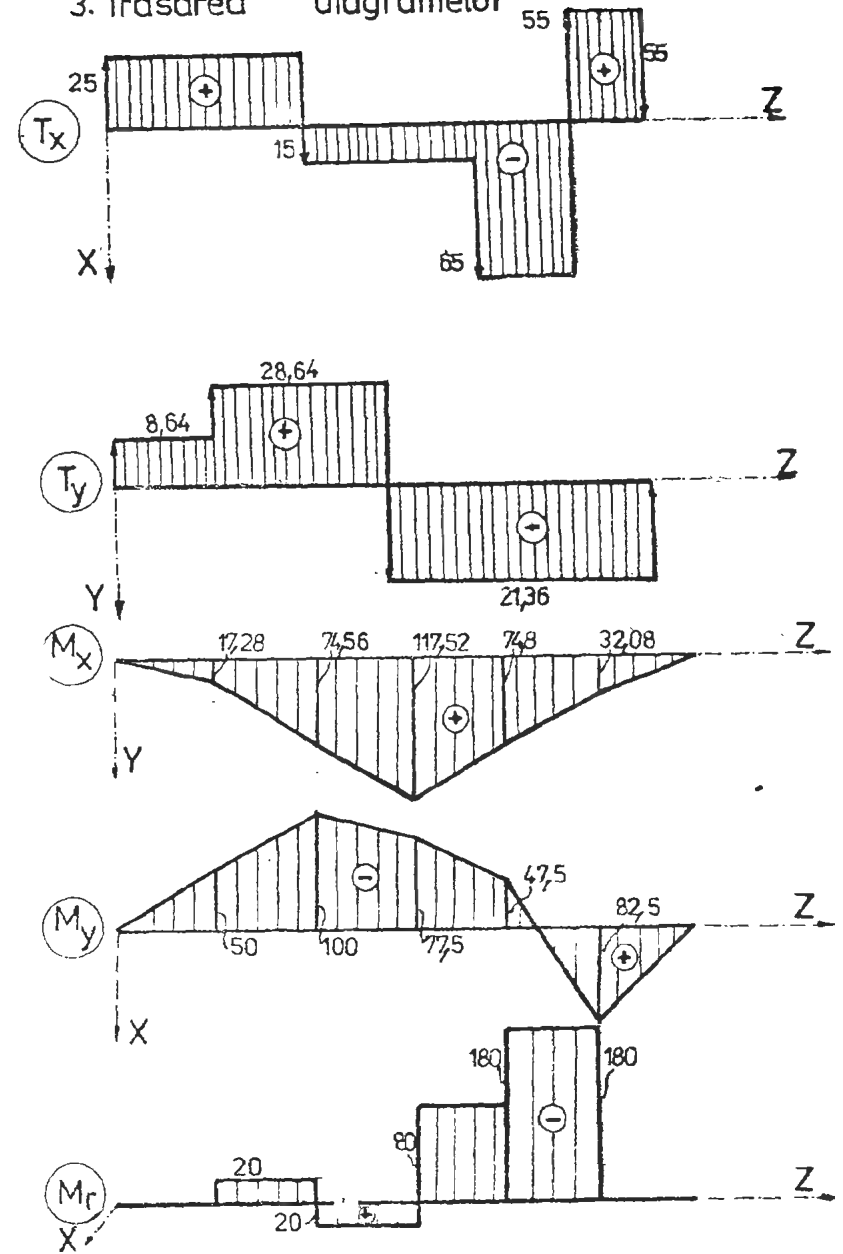
1. Reducerea forțelor în axa barei OZ.  
(respectiv în punctele: ①, ②, ③, ④, ⑤)



2. Calculul reacțiunilor.

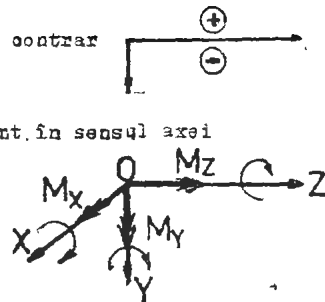


## 3. Trasarea diagramelor



Notă - convenția de semne folosită  
 • forță tăietoare (+) în sens contrar  
 axei respective

• moment (+) - vectorul moment în sensul axei  
 respectivă



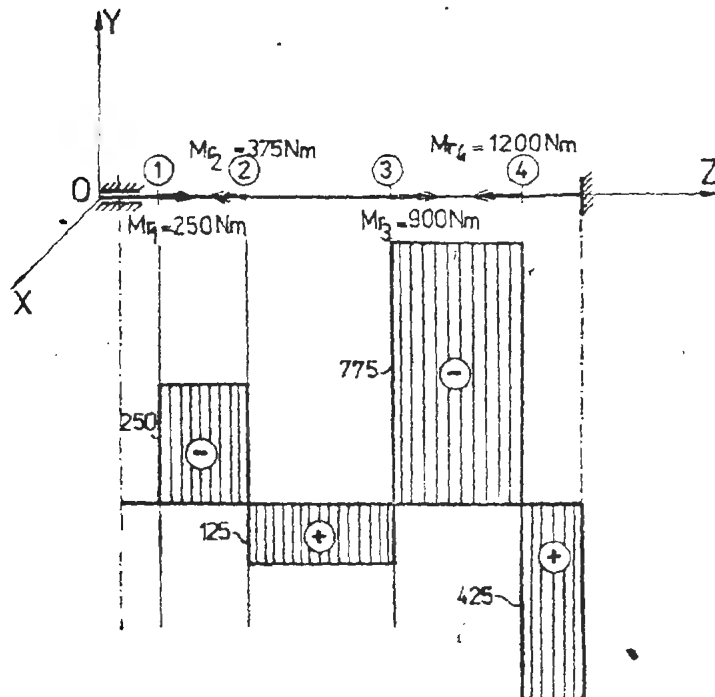
### APLICATIA II

Să se traseze diagrama momentelor de răsucire și să se  
 dimensioneze bara în două variante

a) secțiune circulară

b) secțiune inelară cu raportul diametrelor

$$\frac{d}{D} = 0,869 \quad \text{Se va folosi oțel OL 52}$$



### 1. Dimensionare

a) secțiune circulară

$$W_p^{dec} = \frac{Mr}{R_f} = \frac{275 \cdot 10^3}{180} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

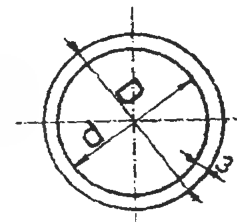
$$R_f = 180 \text{ N/mm}^2 - \text{din Anexa 1 tabelul 1,4}$$

$$W_p = \frac{\pi D^3}{16} = W_p^{dec} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4,3 \cdot 10^3 \cdot 16}{\pi}} = 27,9 \text{ mm} \approx 28 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = \frac{\pi D^2}{4} = 616 \text{ mm}^2$$

b) secțiune inelară



$$W_p^{dec} = \frac{Mr}{R_f} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{16 D} = \frac{\pi [D^4 - (0,869 D)^4]}{16 D} =$$

$$= \frac{\pi D^4 (1 - 0,57)}{16 D} = \frac{0,43 \pi D^3}{16} =$$

$$= 4,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4,3 \cdot 10^3 \cdot 16}{0,43 \pi}} = 37 \text{ mm}$$

$$d = 0,869 D = 0,869 \cdot 37 = 32 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi (37^2 - 32^2)}{4} = 271 \text{ mm}^2$$

### 2. Verificarea de rezistență

$$\sigma = \frac{Mr}{W_p} \leq R_f$$

a) secțiune circulară

$$W_p^{ef} = \frac{\pi \cdot D^3}{16} = \frac{3,14 \cdot 28^3}{16} = 4308 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{275 \cdot 10^3}{4308} = 180 \text{ N/mm}^2 = R_p$$

b) secțiune inelară

$$I_p^{\text{in}} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{16} = \frac{\pi(37^4 - 32^4)}{16 \cdot 37} = 4381 \text{ mm}^4$$

$$\sigma = \frac{275 \cdot 10^3}{4381} = 177 \text{ N/mm}^2 < R_p = 180 \text{ N/mm}^2$$

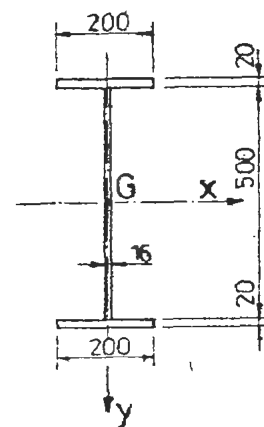
#### Observații

Secțiunea inelară avînd aria de 2,27 ori mai mică decît cea circulară are aceeași capacitate portantă. Deci este rațional de folosit, de cîte ori este posibil, secțiunea inelară.

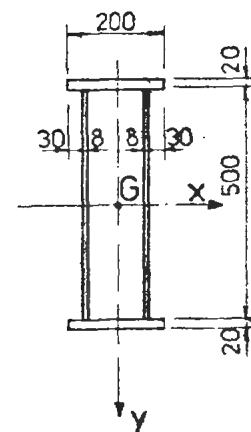
#### APLICATIA III

Să se calculeze momentul capabil la răsucire al unei bare supusă la răsucire cu deplănare liberă, realizată din OL 44, avînd secțiunea :

DUBLU T SIMETRIC



CHESON



#### 1. Caracteristicile geometrice ale secțiunii

##### Secțiune DUBLU T SIMETRIC

$$A = 2 \cdot 2 \cdot 20 + 1,6 \cdot 50 = 160 \text{ cm}^2$$

$$I_p = \frac{I_r}{t_{\max}} = \frac{\frac{1}{3} \sum h_i t_i^3}{t_{\max}}$$

$$\lambda = 1 - \text{din tabelul 2.5}$$

$$I_p = \frac{\frac{1}{3} (20 \cdot 2^3 + 50 \cdot 1,6^3 + 20 \cdot 2^3)}{2} = 67,5 \text{ cm}^3$$

##### Secțiune CHESON

$$A = 2 \cdot 2 \cdot 20 + 2 \cdot 0,8 \cdot 50 = 160 \text{ cm}^2$$

$$I_p = 2 \Omega t_{\min}$$

$$\Omega = 13,2 \cdot 52 = 686,4 \text{ cm}^2$$

$$I_p = 2 \cdot 686,4 \cdot 0,8 = 1098,24 \text{ cm}^3$$

2. Momentul capabil al secțiunii

$$M_{cap} = W_x \cdot R_p = 87,5 \cdot 10^3 \cdot 150 = 13,13 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 13,13 \text{ kNm}$$

$$M_{cap} = W_y \cdot R_p = 1098,24 \cdot 10^3 \cdot 150 = 164,7 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 164,7 \text{ kNm}$$

Deoarece secțiunea oșesonată este mai bine conformată pentru preluarea răsucirii, momentul capabil este de 12,55 ori mai mare decât al celui dublu T simetric. Cele două secțiuni au aceeași arie.

## CAPITOLUL 3

3.1 Alcatuirea secțiunii

Elemente solicitate la compresie

secțiuni  
simple

alipite

secțiuni  
compusepuțin  
departatemult  
departate

fig. 31.

Elemente comprimate se întâlnesc la : grinzi cu zăbrele, (scări) superioare, diagonale, montanți, stâlpi compunși centric, parțial, etc.

### 3.2. Lungimi de flambaj - teoretice

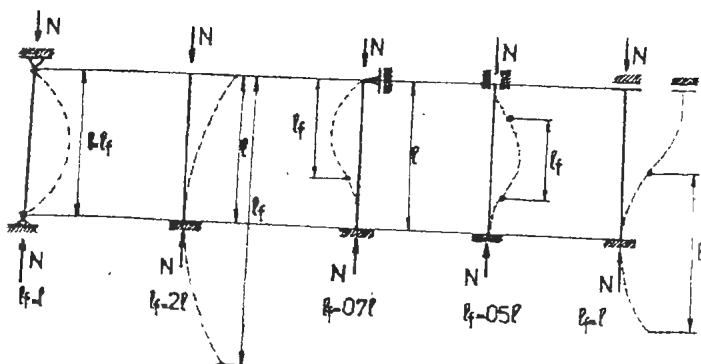


Fig. 32.

Lungimile de flambaj pentru barele reale din diverse structuri sînt indicate în Anexa 1, tabelele 1.9.... 1.13

### 3.3. Forme de pierdere a stabilității

- funcție de forma secțiunii și în unele situații de zveltețea barei pierderea stabilității se poate produce prin înconvoiere, prin încovoiere-răsucire și prin răsucire

### 3.4. Relații de calcul

#### 3.4.1. Flambaj prin încovoiere

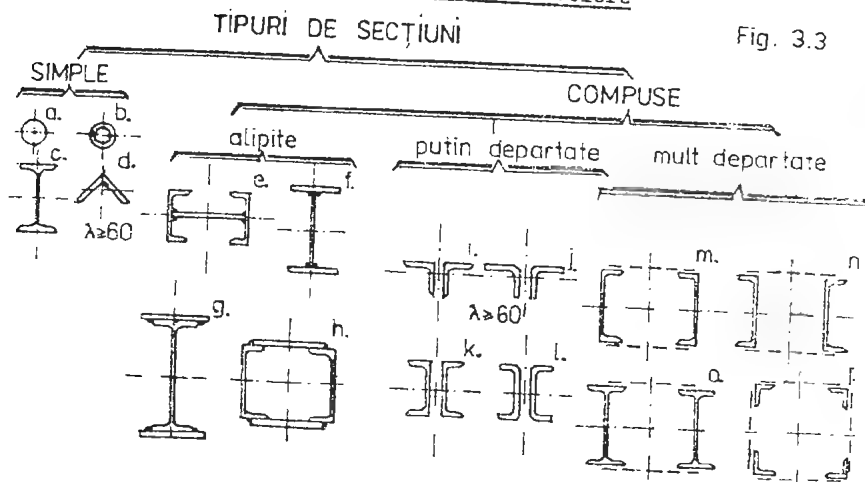


Fig. 3.3

### A. Secțiuni simple, compuse alipite și puțin depărtate

fig. 3.3. (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l)

#### • Verificarea zvelteții

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} \leq \lambda_a$$

$\lambda_a$  - se ia în funcție de tipul elementului de construcție din Anexa 1 - tabelul 1.14

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} \leq \lambda_a$$

#### • coeficienți de flambaj

$$\lambda_x = \frac{\text{curba A,B sau C}}{\text{oțelul ...}} \varphi_x$$

coeficienții  $\varphi$  se iau din Anexa 1 tabelele 1.23.. 1.25 funcție de forma secțiunii și indicațiile din tabelul 1.22

$$\lambda_y = \frac{\text{curba A,B sau C}}{\text{oțelul ...}} \varphi_y$$

$$\varphi_{\min} = \min(\varphi_x, \varphi_y)$$

#### • Verificarea de stabilitate generală

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} \leq R$$

### B. Secțiuni compuse din elemente mult depărtate

a) secțiuni compuse din două elemente solidarizate cu plăcuțe (fig.3.3 m,n,o,p)

#### • Verificarea zvelteții

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} \leq \lambda_a$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y}$$

$$\lambda_{ytr} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2 \frac{\pi^2}{12} \left(1 + \frac{c \cdot I_1}{I_1 \cdot p}\right)} \leq \lambda$$

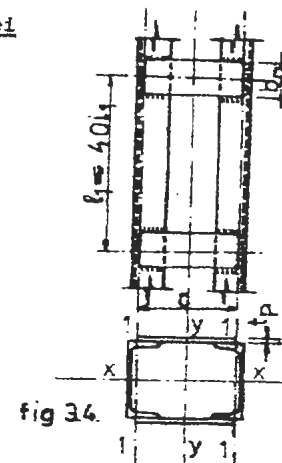


fig 34.

dacă  $\frac{I_p \cdot l_1}{I_1 \cdot c} \geq 5$  se poate considera  $\lambda_{ytr} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$

în care :  $\lambda_1 = \frac{l_1}{i_1} \leq 40$

$I_1$  - momentul de inerție al unui singur profil în raport cu axa proprie 1 - 1

$i_1$  - raza de inerție a unui singur profil în raport cu axa proprie 1 - 1

$I_p$  - momentul de inerție al secțiunii unei plăcuțe

$$I_p = \frac{t \cdot b^3}{12}$$

$l_1$  - distanța dintre elementele de solidarizare (fig. 3.4)

• coeficienți de flambaj

$$\lambda_x \text{ curba A:B} \rightarrow \varphi_x \quad \lambda_1 \text{ curba A:B sau C} \rightarrow \varphi_1$$

oțelul ....

$$\lambda_{ytr} \text{ curba A:B} \rightarrow \varphi_{ytr} \quad \varphi_{\min} = \min(\varphi_x; \varphi_{ytr})$$

oțelul .....

$$\varphi_1 > \varphi_{\min}$$

• Verificarea de stabilitate generală

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} \leq R$$

b) secțiuni compuse din două elemente solidarizate cu zăbreleuțe (fig. 3.3 m, n, o, p)

• Verificarea zveltetei

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} \leq \lambda_a$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y}$$

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{i_1}$$

$$\lambda_{ytr} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{T^2}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{A}{A_d}} \leq \lambda_a$$

în care : A - aria celor două ramuri

$A_d$  - aria secțiunii normale a diagonalelor din panou

$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$  unghiul făcut de diagonale cu horizontala

• coeficienți de flambaj

$$\lambda_x \text{ curba A:B} \rightarrow \varphi_x$$

oțelul ....

$$\lambda_1 \text{ curba A:B sau C} \rightarrow \varphi_1$$

oțelul ....

$$\lambda_{ytr} \text{ curba A:B} \rightarrow \varphi_{ytr}$$

oțelul ....

$$\varphi_{\min} = \min(\varphi_x; \varphi_{ytr})$$

$$\varphi_1 > \min(\varphi_x; \varphi_{ytr})$$

• Verificarea de stabilitate generală

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} \leq R$$

c) verificarea elementelor de solidarizare

• se calculează forța tăietoare convențională

$T_0 = 0,012 AR$  în care : A - aria celor două ramuri  $[T_0] = N$  ;  $[A] = cm^2$

$q_1$  • plăcuțe = (vezi și fig. 3.4)  $[R] = N/mm^2$

$$\tau = \frac{M_{1pl}}{I_{1pl}} \leq R$$

$$\sigma = 1,5 \frac{Q_{1pl}}{t_{pl} b_{pl}} \leq R_f$$

din echilibru pe nod rezultă (fig. 3.6)

$$Q = \frac{T_0 \cdot l_1}{c} \text{ (pentru ambele plăcuțe)}$$

pentru o plăcuță

$$Q_{1pl} = \frac{T_0 \cdot l_1}{2c} \quad ; \quad M_{1pl} = \frac{T_0 \cdot l_1}{4}$$

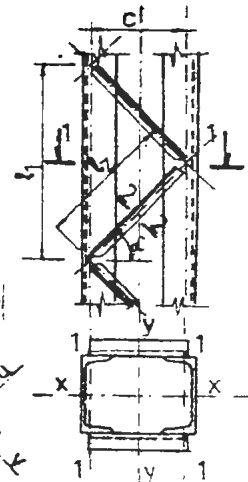


fig. 3.5

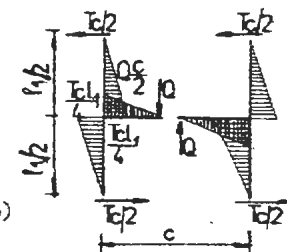


fig. 3.6

a<sub>2</sub>). zăbreleuțe (vezi fig. 3.5)

$$\lambda_{x,z} = \frac{l_z}{i_z} \leq \lambda_a; \quad \lambda_y = \frac{\text{curba C}}{\text{oțelul ..}} \varphi$$

$$\frac{D}{\varphi \cdot A_z} \leq mR$$

în care:  $l_z$  - lungimea zăbreleuței

$i_z$  - raza minimă de inerție

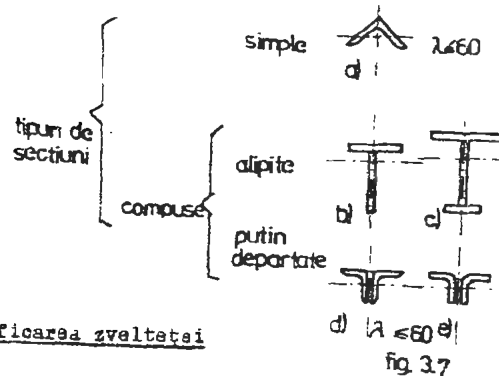
$$D = \frac{T_0}{2000 \alpha}$$

$m = 0,75$  în cazul unui cornier cu aripi egale prins pe o singură aripă;

$m = 0,9$  în cazul unui cornier cu aripi neegale prins pe aripa lată.

### 3.4.2. Flambajul prin încovoiere - răsucire

• tipuri de secțiuni



• Verificarea zveltății

$$\lambda_x = \frac{l_{ex}}{i_x} \leq \lambda_a$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ey}}{i_y} \leq \lambda_a$$

$$\lambda_{ytr} = \gamma \cdot \lambda_y$$

$$\text{în care: } \gamma = \sqrt{\frac{c^2 + (i_y^2)}{2c^2}} \left[ 1 + \sqrt{1 - \frac{4c^2 (i_x^2 + c^2 + 0,022 (\mu^2 l^2 - 1) i_y^2)}{(c^2 + i_y^2)^2}} \right]$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}; \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$i_p^2 = i_x^2 + i_y^2; \quad i_0^2 = i_p^2 + y_0^2; \quad c^2 = \frac{I_{\omega}(\mu l)^2 / (\mu_0 l)^2 + 0,039(\mu l)^2 I_r}{I_y}$$

$I_{\omega}$  = moment de inerție sectorial (vezi Anexa 1 ... tabelul 1.26)

$I_r$  = moment de inerție la răsucire ou deplanare liberă

(vezi capitolul 2 ... tabelul 2.3)

$y_0$  = reprezintă poziția centrului de răsucire în raport cu centrul de greutate (vezi Anexa 1 ... tabelul 1.26)

$\mu$  - coeficient care multiplică lungimea barei în funcție de gradul de încastrare

$\mu_0$  - coeficient care ține seama de gradul de împiedicare a deplanării secțiunii barei

Valorile coeficienților  $\mu$  și  $\mu_0$  se iau:

1,00, în cazul legăturilor articulate la capete, răsturnarea barei fiind împiedicată, deplanarea secțiunii fiind liberă;

0,50, când bara este încastrată la ambele capete pentru încovoiere și deplanarea la răsucire este împiedicată;

0,70, când bara este încastrată la un capăt și articulată la altul pentru încovoiere, respectiv deplanarea este împiedicată la un capăt și liberă la altul

Pentru legături intermediare se pot lua valori pentru  $\mu$  și  $\mu_0$  între 0,5 și 1,0.

Pentru secțiunile b, d, e din fig. 3.5 neglijând  $I_{\omega}$ , iar  $\mu = \mu_0 = 1$

$$c^2 = \frac{0,039 l^2 I_r}{I_y}; \quad \gamma = \sqrt{\frac{c^2 + i_y^2}{2c^2}} \left[ 1 + \sqrt{1 - \frac{4c^2 i_p^2}{(c^2 + i_y^2)^2}} \right]$$

• coeficienți de flambaj

$$\lambda_x = \frac{\text{curba A-B sau C}}{\text{oțelul ..}} \varphi_x; \quad \lambda_{ytr} = \frac{\text{curba B}}{\text{oțelul ..}} \varphi_{ytr}$$

$$\lambda_y = \frac{\text{curba A-B sau C}}{\text{oțelul ..}} \varphi_y; \quad \varphi_{\min} = \min(\varphi_x; \varphi_y; \varphi_{ytr})$$

• verificarea de stabilitate generală

$$\frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A} \leq R$$

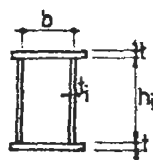
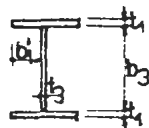


fig. 38

$$\frac{b_1'}{t_1} \leq \kappa_1 \sqrt{\frac{R \cdot \sigma_{\min}}{\sigma}}; \quad \frac{b_2'}{t_2} \leq \kappa_2 \sqrt{\frac{R \cdot \sigma_{\min}}{\sigma}}; \quad \frac{b_3'}{t_3} \leq 40 \sqrt{\frac{210}{R} + 0,4} \text{ max}$$

$$\frac{\sigma}{t} \leq 20 \sqrt{4.3 \left( 1 - \frac{b_1 \cdot t^3}{b \cdot t_1^3} \right)} \cdot \sqrt{\frac{210}{R} + 0.2} \lambda_{\max}$$

$$\frac{b_i}{t_i} = 20 \sqrt{4 + 3 \left(1 - \frac{b_i t_i^3}{b_i t_i^3}\right)} \cdot \sqrt{\frac{210}{R}} + 0,2 \lambda_{\max}$$

in case:  $\sigma = \frac{N}{A}$  ;  $\sqrt{\frac{R\varphi}{\sigma}} \leq 1,25$

coeficienți  $K_1$  ;  $K_2$  se extrag din Anexa 1 tabelul 1.21

În cazul secțiunilor b, c din fig. 3.6 dacă  $\sigma = R$

$$\frac{b_2}{t_3} \leq 75; \quad \frac{b_1}{t_1} \leq 75, \text{ dacă } T < R \text{ atunci se va majora}$$

duplexa limită cu  $\sqrt{\frac{R \cdot l}{\sigma}}$  fără a depăși 90.

#### 3.4.4. Solidarizarea barelor comprimate centric

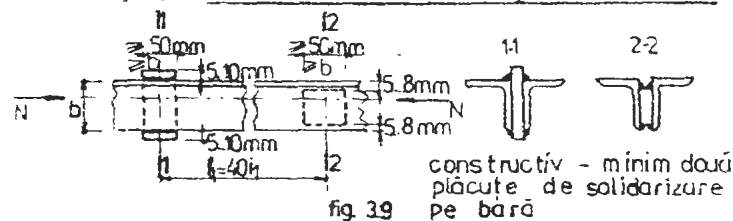


fig 39

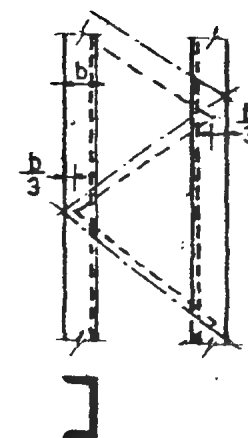
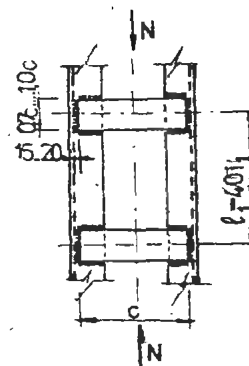


fig. 3.10

### 3.5. Condiții constructive

### 3.5.1. Secțiuni puțin depărtate

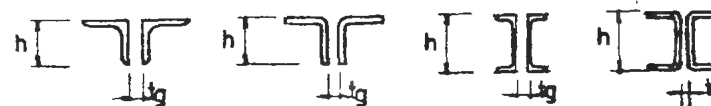


fig 3.11

$$t_g \geq \frac{1}{l_0} \cdot h \quad - \text{din condiția de întreținere}$$

### 3.5.2. Secțiuni mult depărtate

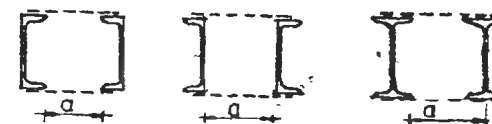


fig.312

a  $\geq$  120 mm - din condiția de întreținere



### 3.5.3. Secțiuni cu inimă plină

Rigidizări transversale - se prevăd minim două rigidizări transversale pe ambele părți ale inimii la distanța  $a \leq 2,5 b_0$ , în care  $b_0$  este lățimea liberă a secțiunii inimii (între două talpi sau între o talpă și rigidizarea longitudinală dacă există)

$$a_r \geq \frac{b_r}{50} + 40 \text{ mm}; \quad t_r \geq \frac{b_r}{15}$$

$$a_r \geq 2/3 b'$$

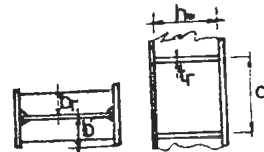


fig. 3.13

Notă: se recomandă ca în zona de flambaj a barelor să nu existe slăbiri.

### 3.5. Verificarea de rezistență

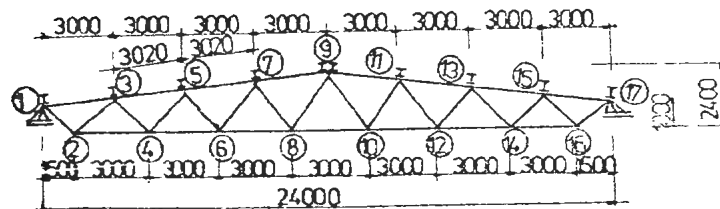
$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{net}}} \leq R$$

### 3.7. APLICATII

#### APLICATIA I

Să se dimensioneze talpa superioară cu secțiunea din placa de fier laminată la cald, a unei ferme realizată din OL 37 cu următoarele ipoteze: a) pane (legături transversale pe planul fermei) în fiecare nod; b) pane din două în două noduri. Efortul maxim în talpa superioară este de 1100 kN compresiune axială de calcul,

a) pane în fiecare nod



### • Dimensionare

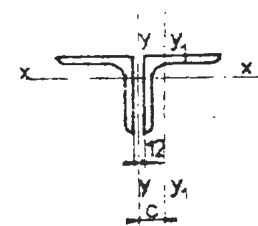
$$N = -1100 \text{ kN}$$

$$\text{Se propune } \lambda = 70 = \frac{\sigma_0}{\sigma_L 37} \rightarrow \varphi = 0,686$$

$$(\lambda = 50 \dots 60 \dots 90 \dots 120)$$

$$A_{\text{dec}} = \frac{N}{\varphi R} = \frac{1100 \cdot 10^3}{0,686 \cdot 220} = 7289 \text{ mm}^2 = 72,89 \text{ cm}^2 \quad \text{Anexa 2 tabel 2.9}$$

$$2 \text{ L } 140 \times 140 \times 14$$



$$A = 75,20 \text{ cm}^2$$

$$i_x = 4,30 \text{ cm}$$

$$i_y = 6,29 \text{ cm}$$

$$i_y = \sqrt{i_{y1}^2 + c^2}$$

### • Verificarea zvelteții

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} = \frac{302}{4,30} = 70,23 \quad \frac{\sigma_0}{\sigma_L 37 \text{ tabelul 1.23}} \rightarrow \varphi_x = 0,680$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} = \frac{302}{6,29} = 48 \quad \frac{\sigma_0}{\sigma_L 37 \text{ tabelul 1.23}} \rightarrow \varphi_y = 0,833$$

$$\lambda_x; \lambda_y < \lambda_k = 120 \text{ Anexa 1 tabelul 1.14}$$

### • Verificarea de stabilitate generală

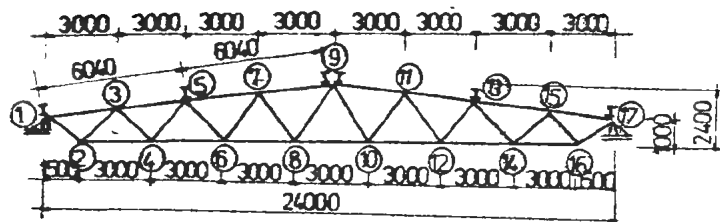
$$\sigma_{\text{calc}} = \frac{N}{A} = \frac{1100 \cdot 10^3}{0,680 \cdot 75,20 \cdot 10^2} = 215,1 \text{ N/mm}^2 \leq R = 220 \text{ N/mm}^2$$

### • Distanțe dintre plăcuțele de solidarizare

$$a \leq 40 i_{y1} = 40 \cdot 4,30 = 172 \text{ cm} = 1700 \text{ mm}$$

Observație: La profile laminată la cald nu este necesară verificarea de stabilitate locală.

b) pane din două în două noduri



• Dimensionarea

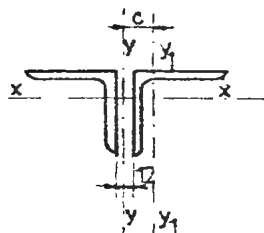
$$N = -1100 \text{ kN}$$

Se propune

$$\lambda = 90 \cdot \frac{\sqrt{\sigma}}{\sigma_L} \cdot \frac{1}{37} \quad \varphi = 0,555$$

$$A_{\text{req}} = \frac{N}{\varphi \cdot R} = \frac{1100 \cdot 10^3}{0,555 \cdot 220} = 9009 \text{ mm}^2 = 90,09 \text{ cm}^2 \quad \text{Anexa 2, tabel 2.9}$$

$$2 \text{ L } 150 \times 150 \times 16$$



$$A = 91,40 \text{ cm}^2$$

$$i_x = 4,56 \text{ cm}$$

$$i_y = 6,68 \text{ cm}$$

$$i_y = \sqrt{i_{y1}^2 + c^2}$$

• Verificarea zvelteții

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} = \frac{302}{4,56} = 66,23 \cdot \frac{\sqrt{\sigma}}{\sigma_L} \cdot \frac{1}{37} \quad \varphi_x = 0,713$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} = \frac{604}{6,68} = 90,42 \cdot \frac{\sqrt{\sigma}}{\sigma_L} \cdot \frac{1}{37} \quad \varphi_y = 0,549$$

$$\lambda_x, \lambda_y < \lambda_a = 120$$

45

• Verificarea de stabilitate

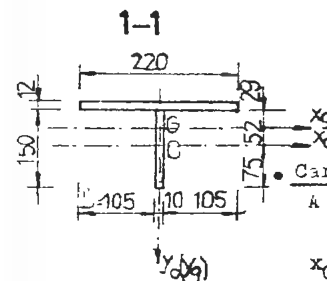
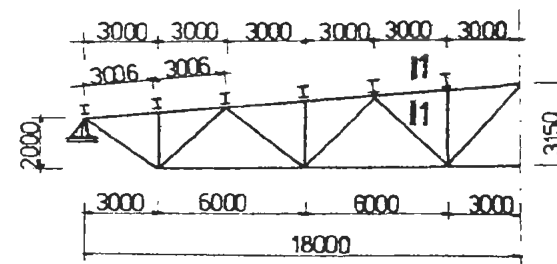
$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{1100 \cdot 10^3}{0,549 \cdot 91,40 \cdot 10^2} = 219, < N/\text{mm}^2 \leq R = 220 \text{ N/mm}^2$$

• Distanța dintre plăcuțele de solidarizare

$$l_1 \leq 40 i_{y1} = 40 \cdot 4,56 = 182,4 \text{ cm} \approx 1820 \text{ mm}$$

APLICATIA II

Să se verifice talpa comprimată a unei ferme realizată din OL 52 solicitată la un efort de calcul de 810 kN, avînd secțiunea în T



$$l_{fx} = l_{fy} = 3006 \text{ mm}$$

• Caracteristici geometrice ale secțiunii

$$A = 12 \cdot 220 + 10 \cdot 150 = 4140 \text{ mm}^2 = 41,40 \text{ cm}^2$$

$$x_G = 0$$

$$y_G = \frac{\sum A_i y_{i1}}{\sum A_i} = \frac{220 \cdot 12 \cdot 81}{4140} = 51,65 \text{ mm} \approx 52 \text{ mm}$$

$$I_x = \frac{12 \cdot 150^3}{12} + 10 \cdot 150 \cdot 52^2 + 12 \cdot 220 \cdot 29^2 = 9088740 \text{ mm}^4 = 909 \text{ cm}^4$$

$$I_y = \frac{12 \cdot 220^3}{12} = 10648000 \text{ mm}^4 = 1065 \text{ cm}^4$$

$$I_x = \frac{1}{3} \sum b_i t_i^3 = \frac{1}{3} (15 \cdot 1^3 + 22 \cdot 1,2^3) = 17,67 \text{ cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{909}{41,4}} = 4,69$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1065}{41,4}} = 5,07$$

$$i_p^2 = i_x^2 + i_y^2 = 4,69^2 + 5,07^2 = 47,7$$

$$i_o^2 = i_p^2 + y_o^2 = 47,7 + 2,9^2 = 56,11 \text{ cm}^2$$

$$\sigma^2 = \frac{0,039 \cdot l^2 \cdot I_x}{I_y} = \frac{0,039 \cdot 300,6^2 \cdot 17,67}{1065} = 58,47$$

#### • Verificarea zvelteții

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} = \frac{300,6}{4,69} = 64,1 \xrightarrow{\text{"C" Anexa 1 OL 52 tabel 1,25}} \varphi_x = 0,630$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} = \frac{300,6}{5,07} = 59,29 \xrightarrow{\text{"C" Anexa 1 OL 52 tabel 1,25}} \varphi_y = 0,669$$

$$\lambda_x ; \lambda_y < \lambda_a = 120$$

$$\lambda_{ytr} = \gamma \lambda_y$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{\sigma^2 + i_o^2}{2 \sigma^2}} \left[ 1 + \sqrt{1 - \frac{4 \sigma^2 \cdot i_p^2}{(\sigma^2 + i_o^2)^2}} \right] =$$

$$= \sqrt{\frac{58,47 + 56,11}{2 \cdot 58,47}} \left[ 1 + \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 58,47 \cdot 47,7}{(58,47 + 56,11)^2}} \right] = 1,17$$

$$\lambda_{ytr} = 1,17 \cdot 59,29 = 69,13 \xrightarrow{\text{"B" Anexa 1 OL 52 tabel 1,25}} \varphi_{ytr} = 0,661$$

$$\varphi_{min} = \min(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_{ytr}) = 0,630$$

#### • Verificarea de stabilitate generală

$$\frac{N}{\varphi_{min} A} = \frac{310 \cdot 10^3}{0,630 \cdot 41,40 \cdot 10^2} = 311 \text{ N/mm}^2 < R = 315 \text{ N/mm}^2$$

#### • Verificarea stabilității locale (vezi și fig. 3.e)

$$\frac{b_1}{t_1} \leq K_1 \sqrt{\frac{R \cdot \varphi_{min}}{\sigma}}$$

$$\frac{b_2}{t_2} \leq K_2 \sqrt{\frac{R \cdot \varphi_{min}}{\sigma}} \quad \text{în care } \sqrt{\frac{R \cdot \varphi_{min}}{\sigma}} \leq 1,25$$

$$\sigma = \frac{N}{A} ; K_1 \text{ și } K_2 \text{ se extrag din Anexa 1, tabel 1.21}$$

$$\sigma = \frac{310 \cdot 10^3}{41,4 \cdot 10^2} = 195,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{\frac{R \cdot \varphi_{min}}{\sigma}} = \sqrt{\frac{315 \cdot 0,630}{195,6}} = 1,01 ;$$

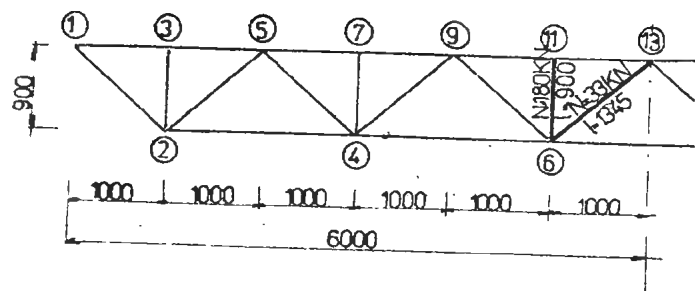
$$\text{Din Anexa 1 tabelul 1.21 pentru } \lambda = 64,1 \Rightarrow \begin{cases} K_1 = 13,8 \\ K_2 = 16 \end{cases}$$

$$\frac{b_1}{t_1} = \frac{105}{10} = 10,5 \leq 13,8 \cdot 1,01 = 13,94$$

$$\frac{b_2}{t_2} = \frac{150}{10} = 15 \leq 16 \cdot 1,01 = 16,16$$

#### APLICAȚIA III

Se dimensionează diagonala ⑥ - ⑬ și montantul ⑥ - ⑪ prin intermediul zăbrele cu desăvîrșirea de 18,00m. Montantul va avea secțiune din două profile cornier, iar diagonala dintr-un singur profil din OL 57. Montanturile sînt date în figură și provin din secțiuni de calcul.



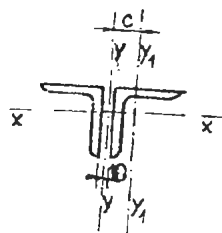
### Montantul 6 - 11

#### • Dimensionarea

$$N = -180 \text{ kN}$$

$$\text{propun } \lambda = 60 \xrightarrow[\text{OL 37}]{\varphi = 0,755}$$

$$A_{\text{neo}} = \frac{180 \cdot 10^3}{0,755 \cdot 220} = 1084 \text{ mm}^2 = 10,84 \text{ cm}^2 \xrightarrow[\text{tabel 2.9}]{\text{Anexa 2}} 2 \text{ L } 50 \times 50 \times 6$$



$$A = 11,38 \text{ cm}^2$$

$$i_x = 1,50 \text{ cm}$$

$$i_y = 2,46 \text{ cm}$$

$$i_y = \sqrt{i_{y1}^2 + a^2}$$

#### • Verificarea de zveltețe

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 90}{1,50} = 48 \xrightarrow[\text{OL 37}]{\varphi_x = 0,833}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} = \frac{90}{2,46} = 36,58 \xrightarrow[\text{OL 37}]{\varphi_y = 0,900}$$

$$\lambda_x ; \lambda_y < \lambda_a = 150 \quad \text{Anexa 1 tabel 1.14}$$

$$i_{y1} = 0,56$$

$$i_{y1} = i \quad \text{din Anexa 1 tabelul 1.10}$$

#### • Verificarea de stabilitate generală

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{180 \cdot 10^3}{0,833 \cdot 11,38 \cdot 10^2} = 189,9 \text{ N/mm}^2 < R = 220 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Distanța dintre plăcuțele de solidarizare } l_1 \leq 40 i_{y1} \\ \text{Diagonala (4)-(9)} = 600 \text{ mm}$$

$$N = -33 \text{ kN}$$

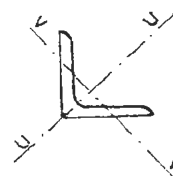
$$\text{propun } \lambda = 130 \xrightarrow[\text{OL 37}]{\varphi = 0,355}$$

$$A_{\text{neo}} = \frac{33 \cdot 10^3}{0,355 \cdot 220} = 422,5 \text{ mm}^2 = 4,23 \text{ cm}^2 \xrightarrow[\text{tabel 2.3}]{\text{Anexa 2}}$$

$$L 50 \times 50 \times 5$$

$$A = 4,80 \text{ cm}^2$$

$$i_y = 0,97 \text{ cm}$$



#### • Verificarea de zveltețe

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} = \frac{134,5}{0,97} = 139 \xrightarrow[\text{OL 37}]{\varphi_y = 0,322}$$

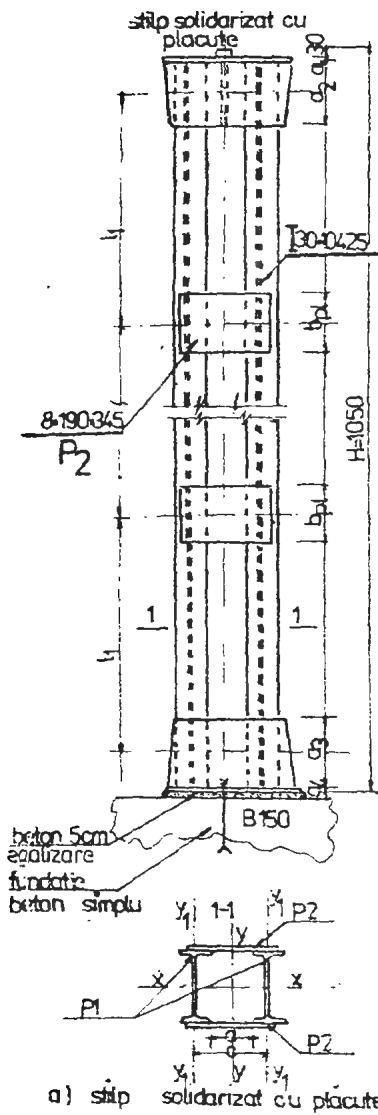
$$\lambda_y < 150$$

#### • Verificarea de stabilitate

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{33 \cdot 10^3}{0,322 \cdot 4,80 \cdot 10^2} = 213,5 \text{ N/mm}^2 < R = 220 \text{ N/mm}^2$$

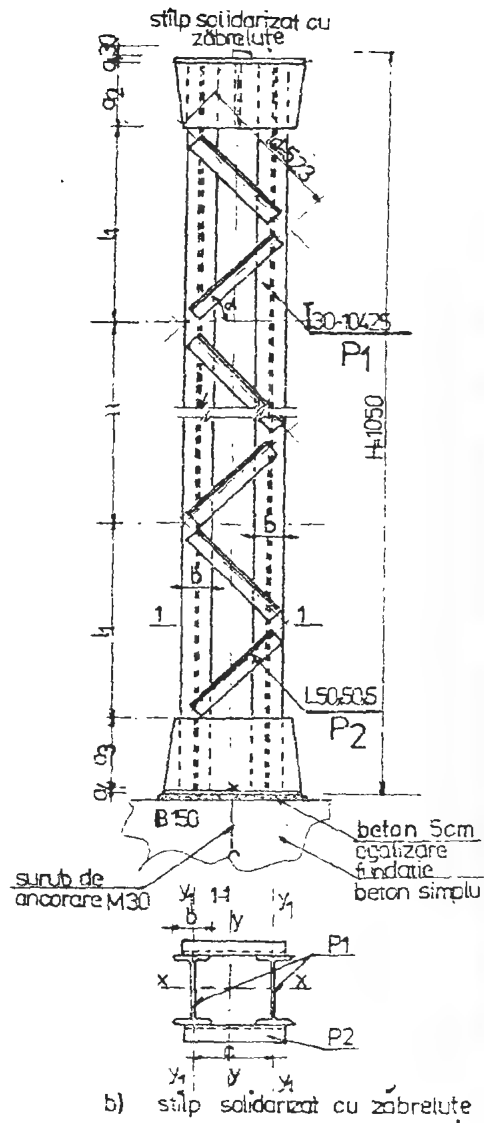
### APLICATIA IV

Să se dimensioneze un stîlp comprimat centric cu secțiune din două elemente mult depărtate solidarizate cu : a) plăcuțe ; b) zăbrelețe. Stîlpul are o înălțime de 10,50 m, este realizat din OL 37 și este solicitat la o forță de 1930 kN. (de calcul)



• bară dublu articulată pe ambele direcții

$$l_{fx} = l_{fy} = H = 10,50 \text{ m}$$



## 2. Dimensionarea secțiunii pe direcția (x-x) în ambele cazuri

- se propune  $\lambda = 90 \frac{N}{OL 37} \quad \varphi = 0,622$

$$\lambda = (50 \dots 70 \dots 90 \dots 120)$$

$$A_{nec} = \frac{N}{\varphi_R} = \frac{1930 \cdot 10^3}{0,622 \cdot 220} = 14104 \text{ mm}^2 \approx 142 \text{ cm}^2$$

anexa 2  
tabel 2.1  $2 I_{30} = 2 \cdot 69,1 = 138,2 \text{ cm}^2$

$$i_x = 15,70 \text{ cm}$$

$$i_y = 2,56 \text{ cm}$$

## • Verificarea pe direcția x - x

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} = \frac{1050}{11,90} = 88,24 \frac{N}{OL 37} \quad \varphi_x = 0,635$$

$$\frac{N}{\varphi_x \cdot A_{ef}} \leq R \quad \frac{1930 \cdot 10^3}{0,635 \cdot 138,2 \cdot 10^2} = 219,9 \text{ N/mm}^2 \leq R$$

$$R = 220 \text{ N/mm}^2$$

## 3. Distanța dintre axele elementelor de solidarizare

a) plăcuțe  $l_1 = \frac{E - 30 - a_1 - a_2 - a_3 - a_4}{l_1}$ , unde

n = numărul de panouri

$$a_1 = 15 \dots 25 \text{ mm}$$

$$a_2 = 200 \dots 400 \text{ mm}$$

$$a_3 = 250 \dots 600 \text{ mm}$$

$$a_4 = 20 \dots 30 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{i_y} = 40 \quad l_2 \leq 40 i_y; \quad l_1 = 1024 \text{ mm}$$

$$n = \frac{10500 - 30 - 20 - 150 - 200 - 25}{1000} = 10,075$$

Se aleg 11 panouri

10 panouri de  $\approx 920$  mm

1 panou de  $\approx 875$  mm

$$\lambda_1 = \frac{9200}{2,56} = 35,9$$

b) zăbrelete

Se propune  $\alpha = 45^\circ$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{\pi^2}{\sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha} \cdot \frac{A}{A_d}}; \quad \lambda_1 \leq 40 i_1; \text{ unde}$$

$A$  = aria efectivă a celor două ramuri =  $138,2 \text{ cm}^2$

$A_d$  = aria secțiunii normale a elementelor de solidarizare;  
se propune  $L 50 \times 50 \times 5$

$$A_d = 4,80 \text{ cm}^2$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{\pi^2}{0,707 \cdot 0,707^2} \cdot \frac{138,2}{9,60}} = 20 \leq 40$$

4. Distanța dintre axele celor două ramuri,  $c$

$$c = 2,0 \sqrt{\frac{H^2}{\lambda_x^2 - \lambda_1^2} - i_y^2}$$

a) plăcuțe

$$c = 2,0 \sqrt{\frac{1050^2}{88,24^2 - 35,9^2} - 2,56^2} = 25,54 \text{ cm}$$

rotund  $c = 260$  mm

$$a = c - 2 \frac{b}{2} = 260 - 2 \frac{125}{2} = 135 \text{ mm}$$

constructiv  $a \geq 120$  mm

b) zăbrelete

$$c = 2,0 \sqrt{\frac{1050^2}{88,24^2 - 20^2} - 2,56^2} = 23,89$$

rotund  $c = 240$  mm

$$a = c - 2 \frac{b}{2} = 240 - 2 \frac{125}{2} = 115 \text{ mm}$$

constructiv  $a \geq 120$  mm

$$\Rightarrow a = 120 \text{ mm}$$

se recalculează  $c$

$$c = a + 2 \frac{b}{2} = 120 + 2 \cdot \frac{125}{2} = 245 \text{ mm}$$

$c = 245$  mm

5. Verificarea de stabilitate pe direcția  $y - y$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y}; \quad \lambda_{cr} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} \leq \lambda_x$$

$$\lambda_{cr} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$$

a) plăcuțe

$$i_y = \sqrt{2,56^2 + \frac{26^2}{4}} = 13,25 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{1050}{13,25} = 79,24$$

$$\lambda_{ytr} = \sqrt{79,24^2 + 35,9^2} = 86,99 \frac{\text{mm}}{\text{OL } 37} \quad \varphi_{ytr} = 0,543$$

$$\frac{N}{\varphi_{ytr} A} \leq R \quad \frac{1230 \cdot 10^3}{0,543 \cdot 138,2 \cdot 10^2} = 217,19 \text{ N/mm}^2 < R = 220 \text{ N/mm}^2$$

Notă: Dacă  $\lambda_{ytr} < \lambda_x$  verificarea  $\frac{N}{\varphi_{ytr} A} < R$ , nu mai este

necesară.

b) zăbrelețe

$$i_y = \sqrt{i_{y1}^2 + \frac{a^2}{4}} = \sqrt{2,56^2 + \frac{24,5^2}{4}} = 12,51 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{1050}{12,51} = 83,93$$

$\ell_1 \approx 2(a + b)$  considerind  $\alpha = 45^\circ$

$\ell_1$  - rezultă la valoarea reală din împărțirea înălțimii libere a stîlpului  $H' = H - (30 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4) = 10500 - (30 + 20 + 300 + 400 + 25) = 9750 \text{ mm}$

$$\ell_1 = 750 \text{ mm};$$

$$\tan \alpha' = \frac{\frac{\ell_1}{2}}{a + b} = \frac{\frac{750}{2}}{245 + 125} = 1,0155 \Rightarrow \alpha' = 45^\circ 38'$$

$$\sin \alpha' = 0,712$$

$$\cos \alpha' = 0,702$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{\pi^2}{\sin \alpha' \cos^2 \alpha'} \cdot \frac{A}{A_d}} = \sqrt{\frac{\pi^2}{0,712 \cdot 0,702^2} \cdot \frac{138,2}{9,6}} = 20,1$$

$$\lambda_{ytr} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{83,93^2 + 20,1^2} = 86,31 \frac{1}{\text{OL } 37}$$

$$\varphi_{ytr} = 0,549$$

$$\frac{N}{\varphi_{ytr} A} = R \quad \frac{1220 \cdot 10^3}{0,549 \cdot 138,2 \cdot 10^2} = 115,2 \text{ N/mm}^2 \quad R = 220 \text{ N/mm}^2$$

Notă: Dacă  $\lambda_{ytr} \leq \lambda_x$  verificarea  $\frac{N}{\varphi_{ytr} A} < R$ , nu mai este necesară.

## 6. Calculul elementelor de solidarizare

### 6.1. Forța tăietoare convențională

$$T_0 = 0,012 AR = 0,012 \cdot 138,2 \cdot 10^2 \cdot 220 = 36484,8 \text{ N} \approx 36,5 \text{ kN}$$

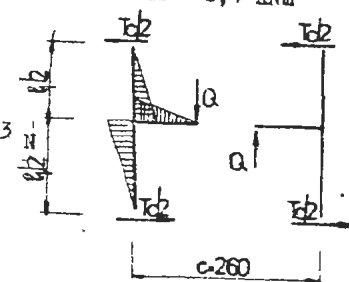
### 6.2. Eforturile de calcul

a) plăcuțe

$$M_{1pl} = \frac{T_0 \ell_1}{4} = \frac{36,5 \cdot 10^3 \cdot 920}{4} = 8395 \cdot 10^3 \text{ Nmm} \approx 8,4 \text{ kNm}$$

$$Q_{1pl} = \frac{T_0 \ell_1}{2a}$$

$$Q_{1pl} = \frac{36,5 \cdot 10^3 \cdot 920}{2 \cdot 260} = 64,58 \cdot 10^3 \text{ N}$$



b) zăbrelețe

$$D = \frac{T_0}{2 \cos \alpha'} = \frac{36,5 \cdot 10^3}{2 \cos 45^\circ} = \frac{36,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,707} = 25,8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

### 6.3 Verificarea elementelor de solidarizare

a) plăcuțe

$$w_{neo} = \frac{M_{1pl}}{R} = \frac{8395 \cdot 10^3}{220} = 38,16 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Se propune  $t_p = 8 \text{ mm}$

$$t_p = 5, [6, 8, 10, 12] \text{ mm}$$

$$b_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot w_{neo}}{t}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 38,16 \cdot 10^3}{8}} = 169,17 \text{ mm} \approx 170 \text{ mm}$$

$$\text{constructiv} \begin{cases} b_{pl} > (0,7 a \dots 1,00 a) \\ b_{pl} > (182 \dots 260) \end{cases} \Rightarrow b_{pl} = 190 \text{ mm}$$

### • Verificarea de rezistență

$$\sigma = \frac{M_{1pl}}{W_{pl}} \leq R$$

$$\sigma = \frac{8395 \cdot 10^3}{\frac{8 \cdot 190^2}{6}} = 174,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = 1,5 \frac{Q_{1pl}}{b_{pl} \cdot t_p} \leq R_f$$

$$\sigma = 1,5 \frac{64,58 \cdot 10^3}{190 \cdot 8} = 63,73 \text{ N/mm}^2 \leq R_f = 130 \text{ N/mm}^2$$

• Verificarea condiției de rigiditate

$$\frac{I_p}{I_1} \cdot \frac{\ell_1}{\rho} \geq 5 \quad I_p = \frac{t_{1pl} \cdot b_{1pl}^3}{12} = \frac{8 \cdot 190^3}{12} = 4573 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$I_1 = 451 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{523 \cdot 10^3}{451 \cdot 10^4} \cdot \frac{920}{260} < 5$$

În această situație se recalculează  $\lambda_{ytr}$  cu relația

$$\lambda_{ytr} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2 \cdot \frac{\pi^2}{12} \left( 1 + \frac{\rho \cdot I_1}{l_1 \cdot I_p} \right)}$$

care ține seama de deformația plăcuțelor.

$$\lambda_{ytr} = \sqrt{79,2^2 + 35,9^2 \cdot \frac{\pi^2}{12} \left( 1 + \frac{260 \cdot 451 \cdot 10^4}{920 \cdot 4573 \cdot 10^3} \right)} = 87,33$$

$$\lambda_{ytr} < \lambda_x$$

87,33 < 88,24 Nu mai este necesară verificarea de stabilitate pe direcția y - y

b) zăbrelete

$$\lambda_v = \frac{\ell_3}{i_v} \leq \lambda_a \quad \text{cornier } 50 \times 50 \times 5 \quad ; \quad i_v = 0,97 \text{ cm}$$

$$\ell_3 = \sqrt{(a+b)^2 + \left(\frac{\ell_1}{2}\right)^2} \quad \text{în care: } b - \text{lățimea tălpii propriului}$$

$$\ell_d = \sqrt{(245 + 125)^2 + \left(\frac{250}{2}\right)^2} = 527$$

$\ell_1$  - rezultă din împărțirea înălțimii libere a stîlpului

$$H' = H - (30 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4) = 10000 - (30 + 20 + 300 + 400 + 25) = 9750 \text{ mm}$$

$$\ell_1 = 750 \text{ mm}$$

$$\lambda_v = \frac{527}{9,7} = 54,3 < \lambda_a = 150 \quad \frac{\pi^2}{0,137} \quad \varphi_v = 0,793$$

• Verificarea de stabilitate

$$\frac{D}{\varphi_v \cdot A} \leq mR = 0,75 \cdot 220 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{25,8 \cdot 10^3}{0,793 \cdot 480} = 67,8 \text{ N/mm}^2 < 165 \text{ N/mm}^2$$

Rezolvarea prinderilor cu sudură a elementelor de solidarizare de ramurile stîlpilor sînt tratate la capitolul 5

APLICATIA V// și APLICATIA X///

APLICATIA V

Să se verifice un stîlp comprimat centric cu secțiunea dublu T simetric din CL 37 avînd înălțimea de 10,50 m și fiind solicitat la o forță de 1930 kN (la calcul)

1. Schema statică - bară dublu articulată pe ambele direcții

$$\ell_{fx} = \ell_{fy} = \ell$$

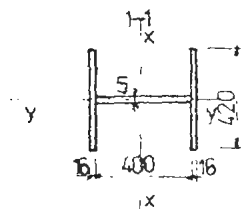
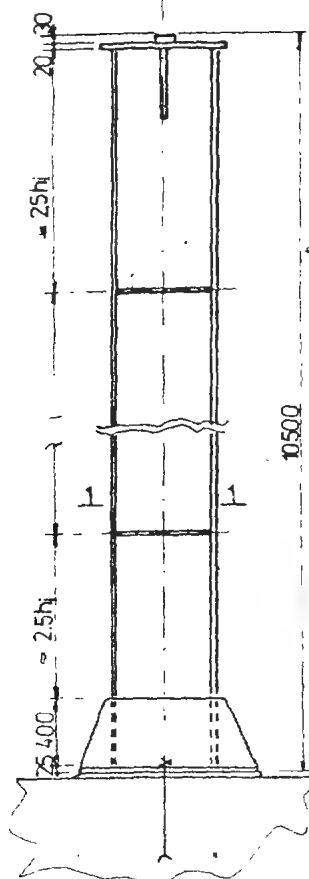
2. Verificarea zveltetei

$$A = 0,6 \cdot 40 + 2 \cdot 1,6 \cdot 42 = 158,4$$

$$I_x = \frac{0,6 \cdot 40^3}{12} + 2 \cdot 1,6 \cdot 42 \left( \frac{40 + 1,6}{2} \right)^2 = 61,3 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$



58



4. Verificarea de stabilitate locală a tulpilor (vezi 1.1.1.)

$$\frac{b}{t} \leq K_1 \sqrt{\frac{R_y}{\sigma}}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{61.2 \cdot 10^3}{158.4}} = 19.7 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \cdot \frac{1.6 \cdot 42^3}{12} = 19757 \text{ cm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{19757}{158.4}} = 11.17 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} = \frac{10500}{19.7} = 53.3 \quad \text{"A" OL 37}$$

$$\varphi_x = 0.866$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} = \frac{10500}{11.17} = 94$$

$$\frac{B}{OL 37} \varphi_y = 0.593$$

$$\lambda_x ; \lambda_y < \lambda_a = 120$$

$$\varphi_{\min} = \min(\varphi_x ; \varphi_y) = 0.593$$

3. Verificarea de stabilitate generală

$$\frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A} \leq R ; \quad \frac{1930 \cdot 10^3}{0.593 \cdot 158.4 \cdot 10^2} =$$

$$= 205 \text{ N/mm}^2 < R = 220$$

59

în care

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{1930 \cdot 10^3}{158.4 \cdot 10^2} = 122 \text{ N/mm}^2$$

$K_1$  funcție de  $\lambda_{\max}$  din Anexa 1 tabelul 1.21 rezultă egal  
ou 18

$$\frac{b_1}{t_1} = \frac{202.5}{16} = 13.09 \leq 18 \quad \sqrt{\frac{210 \cdot 0.522}{122}} = 18.18$$

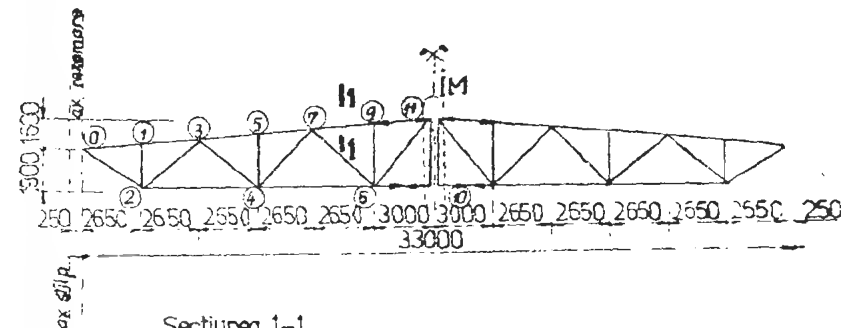
5. Verificarea de stabilitate locală a inimii

$$\frac{b_3}{t_3} \leq 40 \sqrt{\frac{210}{R} + 0.4\lambda}$$

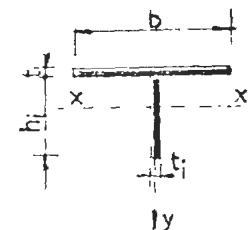
$$\frac{400}{0.6} = 67 \leq 40 \cdot 1 + 0.4 \cdot 94 = 77.6$$

## APLICATIA VI

Să se dimensioneze talpa superioară a unei ferme cu ...  
darea de 33 m, avind secțiunea în T din OL 52. Se va ...  
numai circa 5 - 11 la efortul maxim din ...



Secțiunea 1-1



## 1. Dimensionare

$$l_{rx} = l_{ry} = l = 3000 \text{ mm}$$

$$\xi = 1,27 \cdot l \sqrt{\frac{R}{N}} = 1,27 \cdot 3000 \sqrt{\frac{215}{1660 \cdot 10^3}} = 52,48 \xrightarrow{\text{"C"} \rightarrow \text{OL 52}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda = 46 \\ \varphi = 0,779 \end{array} \right. \quad \xi_{af} = \frac{\lambda}{\sqrt{\varphi}} = \frac{46}{\sqrt{0,779}} = 52,1 \approx \xi = 52,48$$

$$A_{neo} = \frac{N}{\varphi \cdot R} = \frac{1660 \cdot 10^3}{0,779 \cdot 215} = 6765 \text{ mm}^2 = 67,65 \text{ cm}^2$$

$$t_i = 0,17 \sqrt{A_{neo}} = 0,17 \sqrt{67,65} = 1,4 \text{ cm} = 14 \text{ mm}$$

$$b_i = 13 t_i = 13 \cdot 14 = 182 \text{ mm rotund } h_i = 180 \text{ mm}$$

$$\text{se propune } t = t_i + (0 \dots 4) \text{ mm} \Rightarrow t = 16 \text{ mm}$$

$$b = \frac{1,1 A_{neo} - t_i \cdot h_i}{t} = \frac{1,1 \cdot 6765 - 14 \cdot 180}{16} = 307 \text{ rotund}$$

$$b = 310 \text{ mm}$$

## 2. Caracteristicile geometrice ale secțiunii

$$A = 14 + 180 + 16 + 310 = 7480 \text{ mm}^2$$

$$y_G = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{1,6 \cdot 31 \cdot 9,8}{74,8} = \frac{4860,8}{74,8} = -6,5 \text{ cm } 65 \text{ mm}$$

$$I_x = \frac{1,4 \cdot 18,0^3}{12} + 1,4 \cdot 18 \cdot 6,5^2 + 1,6 \cdot 31 \cdot 3,3^2 = 2285 \text{ cm}^4$$

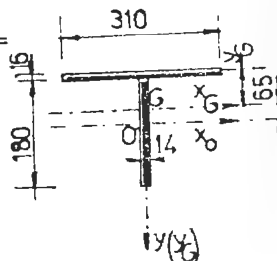
$$I_y = \frac{1,6 \cdot 31^3}{12} = 3972 \text{ cm}^4$$

$$I_x = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n (b_i \cdot t_i^3) = \frac{1}{3} (18 \cdot 1,4^3 + 31 \cdot 1,6^3) = 59 \text{ cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{2285}{74,80}} = 5,53 \text{ cm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3972}{74,80}} = 7,29 \text{ cm}$$

$$i_p^2 = i_x^2 + i_y^2 = 5,53^2 + 7,29^2 = 83,73$$



$$i_p^2 = i_x^2 + i_y^2 = 83,73 + 5,3^2 = 94,62$$

$$\sigma_2 = \frac{0,039 \cdot l^2 \cdot I_x}{I_y} = \frac{0,039 \cdot 3000^2 \cdot 59}{3972} = 52,14$$

## 3. Verificarea zveltetei

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} = \frac{300}{5,53} = 54,2 \xrightarrow{\text{"C"} \rightarrow \text{OL 52}} \varphi_x = 0,712$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} = \frac{300}{7,29} = 41,2 \xrightarrow{\text{"C"} \rightarrow \text{OL 52}} \varphi_y = 0,818$$

$$\lambda_x ; \lambda_y < \lambda_a = 120$$

$$\lambda_{ytr} = \gamma \lambda_y$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{\sigma^2 + i_c^2}{2\sigma^2} \left[ 1 + \sqrt{1 - \frac{4\sigma^2 i_p^2}{(\sigma^2 + i_c^2)}} \right]}$$

$$= \sqrt{\frac{52,14 + 94,62}{2 \cdot 52,14} \left[ 1 + \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 22,14 \cdot 83,73}{(52,14 + 94,62)}} \right]} = 1,42$$

$$\lambda_{ytr} = 1,42 \cdot 41,2 = 58,6 \xrightarrow{\text{"B"} \rightarrow \text{OL 52}} \varphi_{ytr} = 0,753$$

$$\varphi_{min} = \min(\varphi_x ; \varphi_y ; \varphi_{ytr}) = 0,712$$

## 4. Verificarea de stabilitate generală

$$\frac{N}{\varphi_{min} A} = \frac{1660 \cdot 10^3}{0,712 \cdot 74,80 \cdot 10^2} = 312 \text{ N/mm}^2 < R = 315 \text{ N/mm}^2$$

## CAPITOLUL 4

## Elemente supuse la încovoiere

## 4.1. Alegerea secțiunii

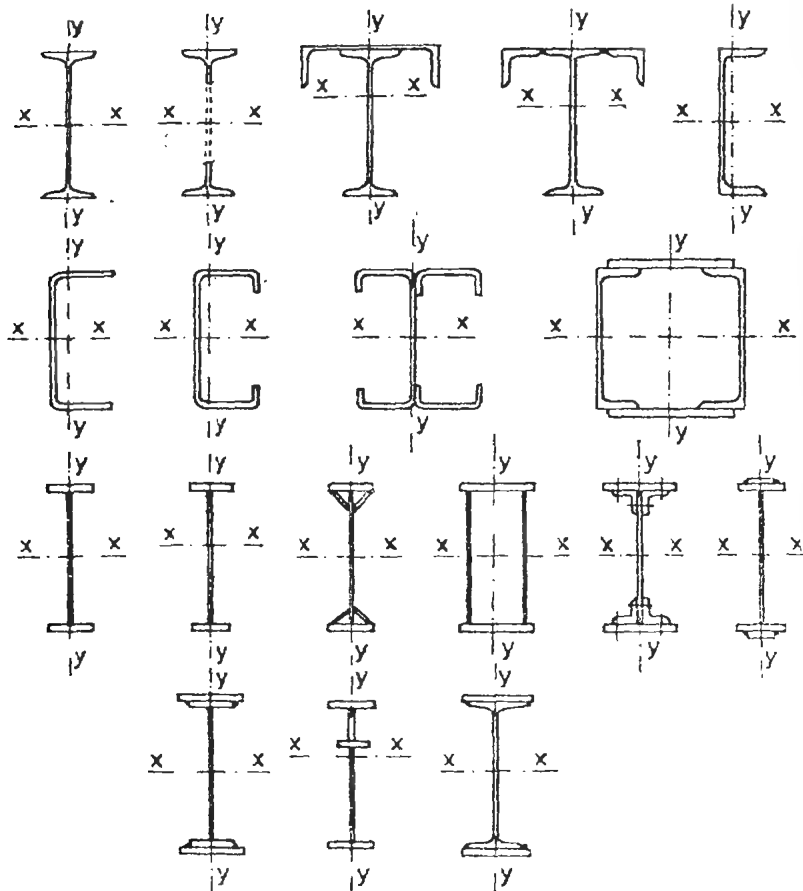


fig.4.1

## 4.2. Relații de calcul.

## 4.2.1. Verificarea de rezistență.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} \leq R \quad \text{— încovoiere pe o direcție}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{T \cdot S}{t_1 \cdot I_x} \leq R_f; \quad \tau = \frac{T}{h_1 \cdot t_1} \leq R_f \quad \text{la grinzile cu tălpi egale sau neegale dacă aria tălpii mici este mai mare decât 15% din aria totală}$$

$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{(\sigma^*)^2 + 3\tau^2} \leq 1,1 R$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq 1,1 R \quad \text{— încovoiere pe două direcții}$$

în care:

$W_x, W_y$  — modul de rezistență care se determină ținând seama de slăbirile din zona întinsă, neglijând deplasarea axei neutre.

$I_x$  — momentul de inerție brut al secțiunii.

$S$  — momentul static al secțiunii care tinde să lunece în raport cu centrul de greutate.

$\sigma^*, \tau$  — din relația tensiunii echivalente  $\sigma_{\text{ech}}$  — sînt tensiuni luate cu semnul lor în același punct al secțiunii și care rezultă din  $M_x$  și  $T$  posibile simultan.

$M_x, M_y$  — eforturi posibile simultan în aceeași secțiune ( $M_x^{\max}$  și  $M_y^{\text{cor}}$  sau  $M_x^{\text{cor}}$  și  $M_y^{\max}$ )

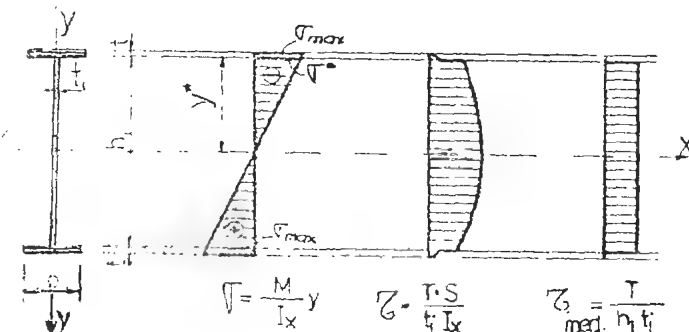


fig.4.2

#### 4.2.2. Verificarea stabilității generale.

a) Nu este necesară verificarea stabilității generale

dacă:

$$\left. \begin{aligned} l_1 &\leq 40 i_{yt} && \text{pentru oțel OL37} \\ l_1 &\leq 35 i_{yt} && \text{pentru oțel OL 44,} \\ &&& \text{OL 52 și alte mărci} \\ &&& \text{superioare} \end{aligned} \right\} \text{grinzi cu secțiune} \\ \text{I și legături} \\ \text{transversale}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{l_1}{c} &\leq 70 \cdot \sqrt{\frac{210}{R}} \\ \frac{h}{c} &\leq 10 \end{aligned} \right\} \text{grinzi cu secțiune cheson și legături} \\ \text{transversale}$$

în care:  $l_1$  - distanța dintre legăturile transversale.  
 $i_{yt}$  - raza de inerție a tălpii comprimate în raport cu axa y-y, (se poate aproxima  $i_{yt} = 0,29b$ ; b-lățimea tălpii comprimate)  
c, h - cu semnificația din fig.4.3.

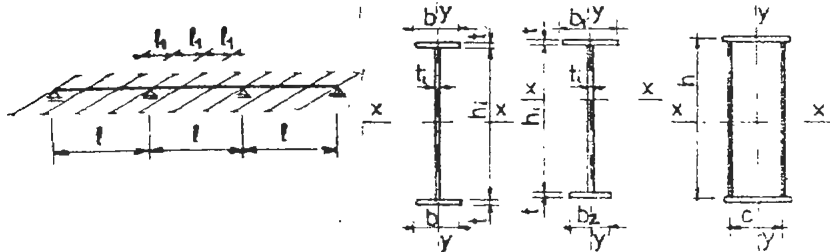


fig.4.3.

b) Dacă condițiile de la pct.4.2.2 a) nu sînt îndeplinite atunci grinziile cu legături transversale sau fără aceste legături se verifică cu relațiile:

$$\frac{M_x}{\varphi_g \cdot W_x} \leq R \quad \text{- încovoieră simplă}$$

$$\frac{M_x}{\varphi_g \cdot W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R \quad \text{- încovoieră pe două direcții}$$

în care:  $M_x, M_y$  - momente încovoietoare,  $M_y$  se ia cu valoarea maximă din treimea mijlocie a barei, dar nu mai puțin de  $\frac{1}{3} M_{y \max}$  pe bară.

$W_x, W_y$  - modulele de rezistență ale secțiunii brute.

$\varphi_g$  - coeficient de flambaj care se stabilește funcție de  $\lambda = \frac{l_1}{i_{yt} \cdot \sqrt{R}}$ ; pentru grinziile cu secțiune I și legături transversale.

$\lambda$  - coeficient care ține seama de schema de încărcare,  $M_1, M_2$ ; la barele cu legături transversale reprezintă momentele la extremitățile distanței  $l_1$  - Anexa 1, tabelul 1.16.

#### 4.2.3. Verificarea stabilității locale.

a) Verificarea tălpii comprimate

$$\frac{b'}{t} \leq K_1$$

$b', t$  - cu semnificația din figura 4.4

$K_1$  - rezultă din Anexa 1 tabelul 1.21

$K_1$  se poate majora la grinziile a căror tălpi sînt mai slab solicitate, la  $b = b' \sqrt{\frac{R}{\sigma}}$ ;  $b \leq 1,25 b'$ , unde

$$\sigma = \max \left( \frac{M}{\varphi_g \cdot W}; \frac{M_x}{I_x} y + \frac{M_y}{I_y} x \text{ calculat la fibra cea mai comprimată} \right).$$

b) Verificarea stabilității locale a inimilor grinzilor care nu sînt supuse la încărcări mobile

dacă:  $\frac{h_1}{t_1} \leq 110 \sqrt{\frac{210}{R}}$ , nu este necesară verificarea la stabilitate locală a inimilor grinzilor.

în care:  $h_1, t_1$  - cu semnificația din fig.4.4.

\*) Verificarea inimilor grinzilor cu secțiunea I simetrică și nelame trică, avînd talpa comprimată mai dezvoltată și rigidizări transversale, se face cu relația:

$$\sqrt{\left( \frac{\sigma}{\sigma_{cr}} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2} \leq 1$$

în care:  $\sigma = \frac{M}{I_x} y$  - reprezintă tensiunea de compresiune la contactul între inimă și talpă, dacă  $a \leq h_1$ ,  $\sigma$  se determină cu momentul încovoietor mediu pe lungimea panoului; dacă  $a > h_1$ ,  $\sigma$  se calculează cu momentul încovoietor de la jumătatea lungimii  $h_1$  rotărită pe direcția tălpii comprimate în zona de moment maxim. (v.fig.4.4.)

$\tau = \frac{T}{h_i t_i}$  - tensiunea tangențială,  $\tau$  se determină cu forța tăietoare maximă de pe panoul de lungime  $a$ .

$\tau_{cr} = 7000 \left( \frac{t_i}{h_i} \right)^2 \cdot 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$  - pentru grinzi cu secțiune I simetrică

$\tau_{cr} = 7000 \left( \frac{t_i}{2e} \right)^2 \cdot 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$  - pentru grinzi cu secțiunea I nesimetrică și talpa comprimată mai dezvoltată.

$$\tau_{or} = (1250 + \frac{950}{\lambda^2}) \cdot \left( \frac{t_i}{d} \right)^2 \cdot 10^3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$\lambda = \min(a, h_i)$

$\lambda = \frac{\text{latura mare a panoului}}{\text{latura mică a panoului}}$

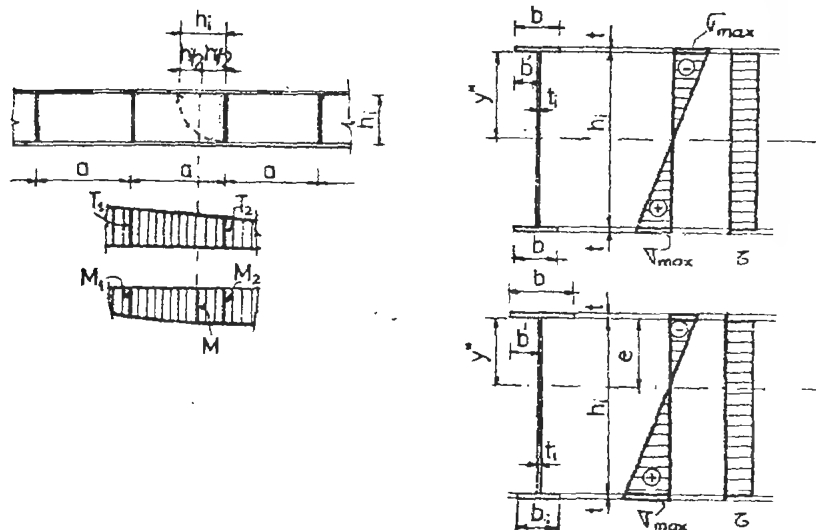


fig.4.4

#### 4.3. Rigidizări.

- O grindă încovoiată poate avea (fig.4.5):
- rigidizări transversale (fig.4.5 a)
- rigidizări transversale și longitudinale în zona comprimată (fig.4.5 b)
- rigidizări transversale, longitudinale și transversale scurte (fig.4.5 b)

Se prevăd rigidizări transversale în totdeauna în punctele: de aplicare a forțelor concentrate fixe; de variație a înălțimii inimii; pe reazeme (fig.4.5 a); precum și dacă:

$$\frac{h_i}{t_i} > 100 \sqrt{\frac{240}{R}} \text{ - în cazul încărcărilor fixe.}$$

$$\frac{h_i}{t_i} > 70 \sqrt{\frac{210}{R}} \text{ - în cazul încărcărilor mobile.}$$

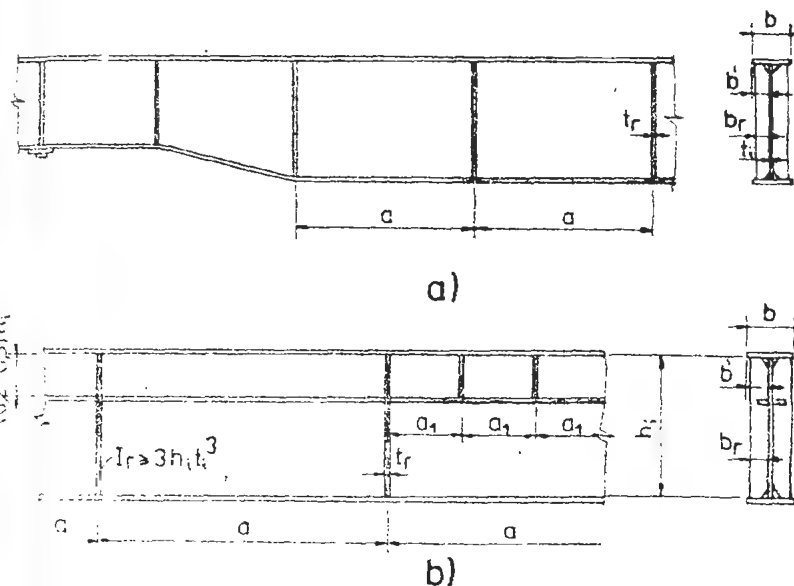


fig.4.5.

Dimensiunile rigidizărilor transversale (fig.4.6.) se determină astfel:

$$b_r \geq \frac{h_i}{30} + 40 \text{ mm}; \quad b_r \geq \frac{2}{3} b'$$

$$t_r \geq \frac{b_r}{15} \text{ - oțel OL 37, OL 44 și OL 52}$$

$$t_r \geq \frac{b_r}{12} \text{ - oțel cu } R_c \geq 360 \text{ N/mm}^2$$

Distința „a” între rigidizările transversale este max.

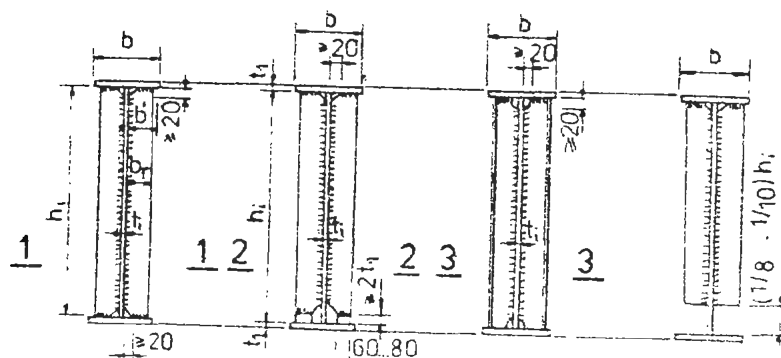
$$2,5 \cdot a_1 \text{ dacă } \frac{h_1}{t_1} \leq 100 \text{ și } 2,0 \cdot h_1 \text{ dacă } \frac{h_1}{t_1} > 100.$$

Rigidizările transversale la pe reazem fig. 4.7 se verifică ca și la un osu articulat în cele două tălpi încărcată cu reacțiunea pământului și având secțiunea de calcul egală cu secțiunea rigidizărilor la care se adaugă  $t_1 \sqrt{\frac{210}{2}}$  de o parte și de alta a rigidizării (secțiunea măsurată din fig. 4.7)

Presiunea de calcul în capătul rigidizării poate avea valorile:

a)  $1,5 R$  dacă  $e \leq 1,5 t$  și  $R$  dacă  $e > 1,5 t$  - pentru situația din fig. 4.7.a.

b)  $1,5 R$  pentru situația din fig. 4.7.b.



Secțiunea 1-1 Secțiunea 2-2 Secțiunea 3-3

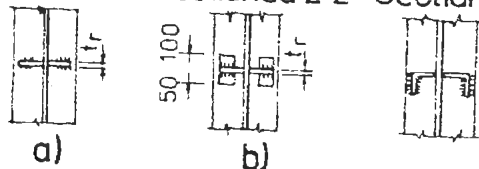


Fig. 4.7

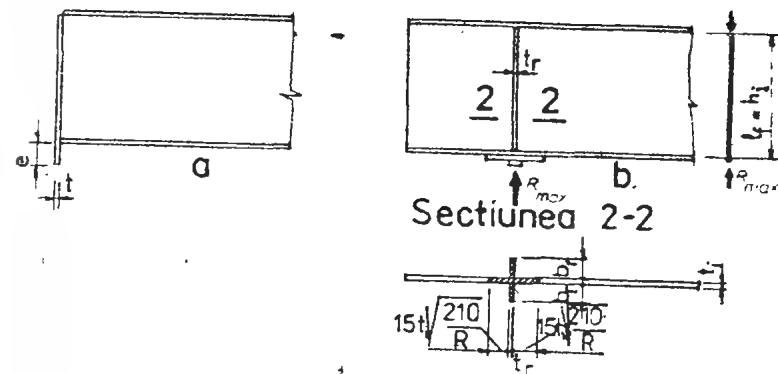
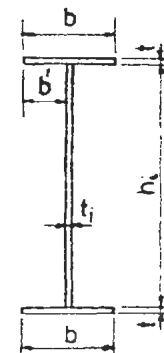


fig. 4.7

#### 4.4. Dimensionarea unei secțiuni osu T simetrică

1.  $W_{neo} = \frac{M_{max}}{R}$
2. se propune  $t_1 = 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14;$
3.  $h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{W_{neo}}{t_1}}$   
 $h_1$  - se rotunjește din 50 în 50 mm dacă  $h_1 \leq 1000$  mm  
 $h_1$  - se rotunjește din 100 în 100 mm dacă  $h_1 > 1000$  mm
4. se verifică  $\frac{h_1}{t_1} = 60 \dots 150$
5.  $A_{1t} = \frac{W_{neo}}{h_1} - 0,16 h_1 \cdot t_1$  - aria unei tălpi
6.  $t = (1,5 \dots 2,5) t_1$  - în limita sortimentului de oțeluri de ...
7.  $b = \frac{A_{1t} t}{t}$ ; b - se rotunjește din 10 în 10 mm
8. se verifică:  
 $\frac{b}{t} \leq K_1$   $K_1$  se ia funcție de calitatea oțelului din Anexa 1 tabelul 1.21



$$\frac{b}{t_1} = \left( \frac{1}{2} \dots \frac{1}{5} \right)$$

$$A_{oslp1} \approx (0,5 \dots 0,6) A_{total}$$

## 4.5. Verificarea grinzii

săgeata (iaranșia într-un punct a unui element încovoiat) se calculează cu relația Maxwell - Mohr.

La grinzile cu secțiune variabilă se poate lua pe o parte sau pe alta se consideră  $I_{\text{med}}$ .

În cazul grinzilor cu moment de inerție constant, în locul  $I_{\text{med}}$  se poate calcula cu aproximație săgeata maximă la mijlocul încovoierei folosind relația:

$$s = \frac{\sum A_i y_i^2}{10 I} \quad \text{în care:} \quad [I] = \text{cm}^4$$

$\alpha$  - coeficient funcție de tipul și poziția încărcării sau în Anexa I tabelul 1.28.

$M$  - momentul încovoiător la mijlocul încovoierei sau în Anexa I tabelul 1.28.

$I$  - moment de inerție brut

$\alpha$  - coeficientul grinzii

Unitățile la măsură utilizate:  $[M] = \text{kgm}$ ;  $[I] = \text{cm}^4$ ;  $[s] = \text{cm}$

Verificarea săgeții se face prin compararea săgeții calculate, prin una din cele două metode prezentate, cu săgeata admisibilă din Anexa I tabelul 1.3:

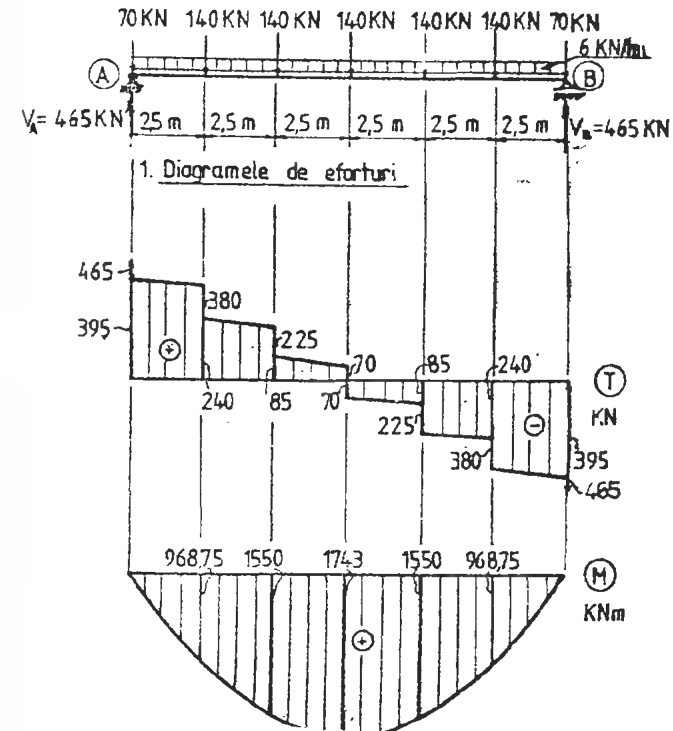
$$s \leq s_{\text{adm}}$$

Săgeata se verifică la formulă la mijlocul încovoierei grinzilor simplu rezemate sau continue; la capatul liber al grinzii; și în vîrful grinzii sau elementelor de încovoiere continue, în care procesul tehnologic impune restricții de săgeată.

## 4.6. APLICAȚII

## APLICAȚIA I

Să se dimensioneze o grindă simplu rezemată cu deschiderea de 15 m, schema de încărcare și valorile de calcul a încărcărilor sînt date în figură. Coeficientul încărcării pentru sarcinile concentrate este egal cu 1,3, iar pentru cea distribuită este egal cu 1,2. (Săgeata admisibilă  $l/400$ .)



2. Dimensionare - secțiune dublu T simetrică  
se propune oțel OL 52

$$2.1. \quad w_{\text{nec}} = \frac{M_{\text{max}}}{R} = \frac{1743 \cdot 10^6}{300} = 5813 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 = 5813 \text{ cm}^4$$

• se propune  $t_f = 8 \text{ mm}$

$$2.2. \quad a_t = 1,15 \sqrt{\frac{w_{\text{nec}}}{t_f}} = 1,15 \sqrt{\frac{5813}{0,8}} = 98 \text{ cm} \approx 1000 \text{ mm}$$

$$2.3. \frac{b_1}{t_1} = \frac{1000}{8} = 125 < 150$$

$$2.4. A_{1t} = \frac{M_{\text{red}}}{h_1} = 0,16 h_1 \cdot t_1 = \frac{2813}{100} = 0,16 \cdot 100 \cdot 0,8 = 45,33 \text{ cm}^2$$

$$2.5. t = (1,5 \dots 2,5) t_1; t = 18 \text{ mm}$$

$$2.6. b = \frac{45,33}{1,8} = 25,2 \text{ cm} \approx 260 \text{ mm}$$

$$2.7. \frac{b}{t} < K_1; \frac{126}{18} = 6,75 < K_1 = 13 \text{ din Anexa 1 tabelul 1.21}$$

### 2. Verificarea de rezistență

$$I_x = \frac{0,8 \cdot 100^3}{12} + 2 \cdot 26 \cdot 1,8 \cdot \frac{100 + 1,8}{2} = 309,2 \cdot 10^3$$

#### 2.1. Verificarea secțiunii cu moment încovoietor maxim

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{I_x} \cdot y_{\text{max}} = \frac{1743 \cdot 10^3}{309,2 \cdot 10^3} \cdot 518 = 292 \text{ N/mm}^2 < R = 300 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{b_1 \cdot t_1} = \frac{70 \cdot 10^3}{1000 \cdot 8} = 3,75 \text{ N/mm}^2 < R_p = 190 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^* = \frac{M_{\text{max}}}{I_x} \cdot y^* = \frac{1743 \cdot 10^3}{309,2 \cdot 10^3} \cdot 500 = 282 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{(\sigma^*)^2 + 3\tau^2} = \sqrt{282^2 + 3 \cdot 3,75^2} = 282,4 \text{ N/mm}^2 < 1,1 R = 330 \text{ N/mm}^2$$

#### 2.2. Verificarea secțiunii cu forță tăietoare maximă

$$\tau_{\text{max}} = \frac{T_{\text{max}}}{b_1 \cdot t_1} = \frac{465 \cdot 10^3}{1000 \cdot 8} = 58,1 \text{ N/mm}^2 < R_p = 190 \text{ N/mm}^2$$

### 3. Verificarea săgeții

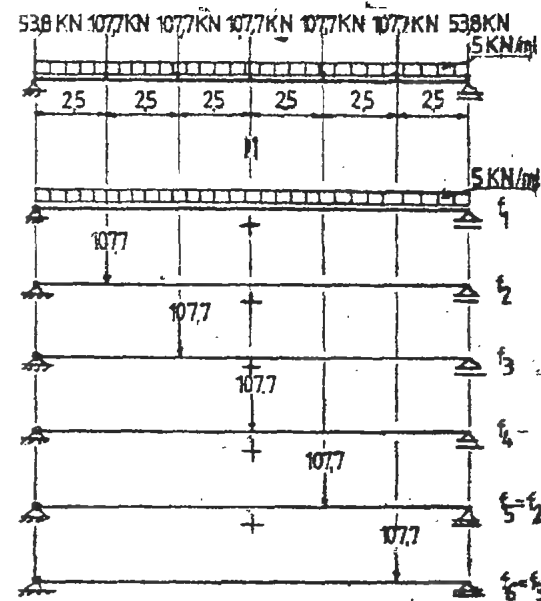
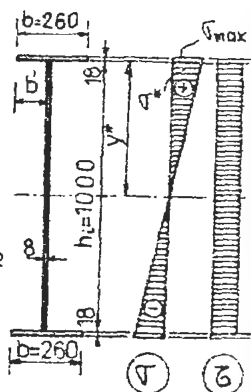
(verificarea se face cu încărcări normate)

$$f = \frac{5 q l^4}{384 I} \quad f_a = \frac{l}{400} = 3,75 \text{ cm}$$

în care:  $q$  - din anexa 1 tabelul 1.26

$[M]$  - KN·m ;  $[I]$  - cm<sup>4</sup>

$[l]$  - m ;  $[f]$  - cm



$$f_1 = \frac{39,68 \cdot \frac{5 \cdot 15^2}{8} \cdot 15^2}{10 \cdot 309,2 \cdot 10^3} = 0,41 \text{ cm}$$

$$f_2 = \frac{34,39 \cdot \frac{107,7 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 12,5}{15} \cdot 15^2}{10 \cdot 309,2 \cdot 10^3} = 0,56 \text{ cm}$$

$$f_3 = \frac{38,03 \cdot \frac{107,7 \cdot 5 \cdot 10}{15} \cdot 15^2}{10 \cdot 309,2 \cdot 10^3} = 0,99 \text{ cm}$$

$$f_4 = \frac{39,68 \cdot \frac{107,7 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 7,5}{15} \cdot 15^2}{10 \cdot 309,2 \cdot 10^3} = 1,17 \text{ cm}$$

$$f = f_1 + 2(f_2 + f_3) + f_4 = 0,41 + 2(0,56 + 0,99) + 1,17 = 4,68 \text{ cm} > f_a$$

$$f_a = \frac{l}{400} = \frac{1500}{400} = 3,75 \text{ cm}$$

În această situație este necesar să mărim momentul de inerție al secțiunii.

Se determină momentul de inerție din condiția de săgeată.

$$f = \frac{4,68 \cdot 309,2 \cdot 10^3}{I} = f_a = 3,75 \text{ cm}$$



$$I_{neo}^s = \frac{4,68 \cdot 309,2 \cdot 10^3}{3,75} = 386 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

Prin mărirea înălțimii inimii se găsește o secțiune cu momentul de inerție  $\gg I_{neo}$

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1200}{8} = 150$$

$$I_x = \frac{0,8 \cdot 120}{12} + 2 \cdot 26 \cdot 1,8 \left( \frac{120+1,8}{2} \right)^2 = 462 \cdot 10^3 \text{ cm}^4 > I_{neo}^s = 386 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$A = 1 \cdot 120 + 2 \cdot 1,8 \cdot 26 = 213,6 \text{ cm}^2$$

Verificarea de rezistență

$$\sigma = \frac{M_{max}}{I_x} \cdot y_{max} = \frac{1743 \cdot 10^6}{462 \cdot 10^7} \cdot 618 = 233 \text{ N/mm}^2 \ll R_{OL 52} = 300 \text{ N/mm}^2$$

Se constată că noua secțiune îndeplinește condiția de săgeată, însă, efortul maxim este mai mic decât rezistența de calcul a oțelului OL 44 ( $R_{OL 44} = 250 \text{ N/mm}^2$  pentru grosimi mai mari de 16 mm). Griada se va putea realiza, deci, din oțel OL 44 și nu din oțel OL 52.

Observație:

Rezultă ca rațional să cunoaștem încă de la dimensionare ce calitate de oțel trebuie folosită pentru a îndeplini ambele condiții de rezistență și de săgeată. Pentru aceasta etapele de rezolvare sunt următoarele:

a) momentul de inerție din condiția de săgeată

$$f = f_1 + 2(f_2 + f_3) + f_4 = \frac{39,68 \cdot 5 \cdot 15^2}{10 \cdot I} + 2 \left( \frac{34,39 \cdot 102,7 \cdot 2,5 \cdot 12,5 \cdot 15^2}{10 \cdot I} + \frac{38,03 \cdot 107,7 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 15^2}{10 \cdot I} \right) + \frac{39,68 \cdot 102,7 \cdot 2,5 \cdot 7,5 \cdot 15^2}{10 \cdot I} = \frac{1447}{I}$$

$$f = \frac{1447 \cdot 10^3}{I} = f_a = 3,75 \text{ cm} \Rightarrow I_{neo}^s = 386 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

b) momentul de inerție din condiția de rezistență  $I_{neo}^{rez} \approx W_{neo} \cdot \frac{h}{2}$

$$OL 52 \quad W_{neo} = \frac{M_{max}}{R} = \frac{1743 \cdot 10^6}{300} = 5,81 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 = 5810 \text{ cm}^3$$

$$OL 44 \quad W_{neo} = \frac{1743 \cdot 10^6}{250} = 6,972 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 = 6972 \text{ cm}^3$$



$$OL 37 \quad W_{neo} = \frac{1743 \cdot 10^6}{210} = 8,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 = 8300 \text{ cm}^3$$

se propune  $t_1 = 8 \text{ mm}$

$$OL 52 \quad h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{W_{neo}}{t_1}} = 1,15 \sqrt{\frac{5810}{0,8}} = 98 \text{ cm} \approx 1000 \text{ mm}$$

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1000}{8} = 125 < 150; I_{neo}^{rez} = 5810 \cdot \frac{100}{2} = 290,5 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$OL 44 \quad h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{6970}{0,8}} = 107,3 \text{ cm} \approx 1100 \text{ mm}$$

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1100}{8} = 137,5 < 150; I_{neo}^{rez} = 6972 \cdot \frac{110}{2} = 383 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$OL 37 \quad h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{8300}{0,8}} = 117 \text{ cm} \approx 1200 \text{ mm}$$

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1200}{8} = 150; I_{neo}^{rez} = 8300 \cdot \frac{120}{2} = 498 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

c) se compară momentul de inerție necesar din condiția de rezistență cu momentul de inerție necesar din condiția de săgeată

$$OL 52 \quad I_{neo}^{rez} = 290,5 \cdot 10^3 \text{ cm}^4 < I_{neo}^s = 386 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$OL 44 \quad I_{neo}^{rez} = 383 \cdot 10^3 \text{ cm}^4 \approx I_{neo}^s = 386 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$OL 37 \quad I_{neo}^{rez} = 498 \cdot 10^3 \text{ cm}^4 > I_{neo}^s = 386 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

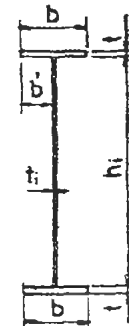
Oțelul OL 44 rezultă rațional de folosit deoarece îndeplinește la limită ambele condiții (de rezistență și săgeată)

d) dimensionare

$$W_{neo} = 6972 \text{ cm}^3$$

$$h_1 = 1100 \text{ mm}$$

$$t_1 = 8 \text{ mm}$$



$A_{1t}$  - aria unei tălpi

$$A_{1t} = \frac{F_{uso}}{b_1} = 0,16 \cdot h_1 \cdot t_1 = \frac{6972}{110} = 0,16 \cdot 110 \cdot 0,8 = 49,3 \text{ cm}^2$$

$$t = (1,5 \dots 2,5) t_1 \rightarrow t = 18 \text{ mm}$$

$$b = \frac{A_{1t}}{t} = \frac{49,3}{1,8} = 27,4 \text{ cm} \approx 280 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{t} < K_1; \frac{136}{18} = 7,55 \quad K_1 = 14 \text{ din Anexa 1 tabelul 1.21}$$

$$A_{total} = 0,8 \cdot 110 + 2 \cdot 28 \cdot 1,8 = 188,8 \text{ cm}^2 \text{ - aria întregii secțiuni}$$

• verificarea condiției:

$$A_{tălpi} = (0,5 \dots 0,6) A_{total}$$

$$0,5 < \frac{A_{tălpi}}{A} = \frac{100,8}{188,8} = 0,53 < 0,6$$

e) Verificarea de rezistență

$$I_x = \frac{0,8 \cdot 110^3}{12} + 2 \cdot 28 \cdot 1,8 \left( \frac{110 + 1,8}{2} \right)^2 = 403,7 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{1743 \cdot 10^3}{403,7 \cdot 10^3} = 4,32 = 245 \text{ N/mm}^2 < R = 250 \text{ N/mm}^2$$

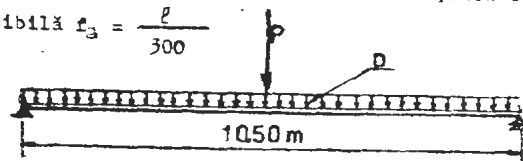
$$\tau = \frac{T}{b_1 \cdot t_1} = \frac{465 \cdot 10^3}{8 \cdot 1100} = 52,8 \text{ N/mm}^2 < R_p = 155 \text{ N/mm}^2$$

f) Verificarea de săgeată - nu mai este necesară deoarece momentul de inerție efectiv al secțiunii este mai mare decât momentul de inerție necesar din condiția de săgeată.

#### APLICATIA II

Să se dimensioneze grinda simplu rezemată din figură folosind oțel OL 57 și secțiune dublu T simetrică. În lungul grinzii se va realiza o variație de secțiune, variind lățimea tălpiilor.

$$\text{Săgeata admisibilă } f_3 = \frac{l}{300}$$



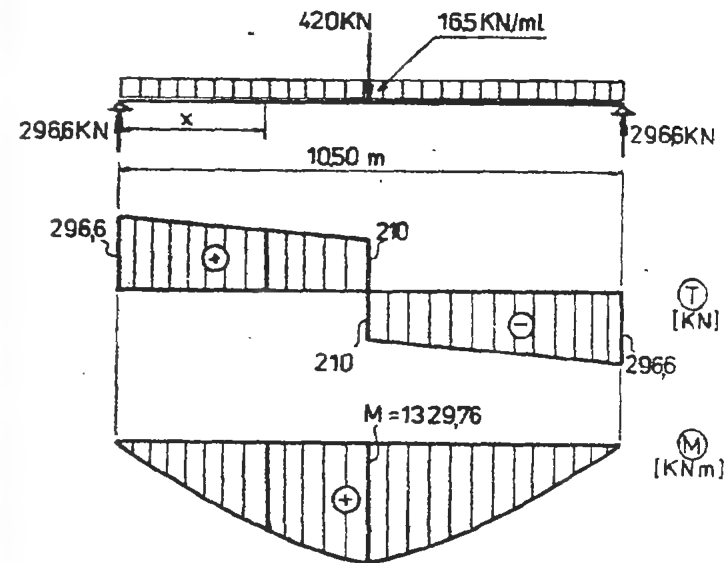
$P = n \cdot P^d$ ; în care  $P^d = 300 \text{ KN}$

$$n = 1,4$$

$p = n \cdot p^d$ ; în care  $p^d = 15 \text{ KN/ml}$

$$n = 1,1$$

#### 1) Determinarea eforturilor



$$M = 296,6 \cdot \frac{10,50}{2} - 16,5 \cdot \frac{10,50}{2} \cdot \frac{10,50}{4} = 1329,76 \text{ KNm}$$

#### 2) Moment de inerție din condiția de săgeată

$$I_{ef} \leq f_a$$

$$I_{ef} = m \left( \frac{5}{384} \frac{p l^4}{E \cdot I} + \frac{p l^3}{48 E I} \right)$$

unde:  $m = 1,1$  ține seama de variația momentului de inerție în lungul grinzii

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{ef} = 1,1 \left( \frac{5}{384} \frac{16,5 \cdot 10500^4}{2,1 \cdot 10^5 \cdot I} + \frac{16,5 \cdot 10500^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot I} \right) \leq f_a = \frac{10500}{300}$$

$$\Rightarrow I_{uso}^s = 1769 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 = 176,9 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

3) Dimensionarea grinzii în secțiunea cea mai solicitată  
(1 - 1) - vezi Cap.4 paragraful 4.4.

$$3.1. W_{\text{neo}} = \frac{M_{\text{max}}}{R} = \frac{1329,76 \cdot 10^6}{210} = 633 \cdot 10^4$$

3.2. se propune  $t_f = 8 \text{ mm}$  ( $t_f = 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 \text{ mm}$ )

$$3.3. h_f = 1,15 \sqrt{\frac{W_{\text{neo}}}{t_f}} = 1,15 \sqrt{\frac{633 \cdot 10^4}{8}} = 1023 \text{ mm}$$

Aleg  $h_f = 1000 \text{ mm}$

3.4. se verifică raportul  $\frac{h_f}{t_f} = (80 \dots 150)$

$$\frac{h_f}{t_f} = \frac{1000}{8} = 125 < 150$$

$$3.5. A_{1t} = \frac{W_{\text{neo}}}{h_f} = 0,16 \cdot h_f \cdot t_f = \frac{633 \cdot 10^4}{1000} = 0,16 \cdot 1000 \cdot 8 = 5050 \text{ mm}^2$$

3.6.  $b = (1,5 \dots 2,5) t_f$

Aleg  $t = 16 \text{ mm}$

$$3.7. b = \frac{A_{1t}}{t} = \frac{5050}{16} = 316 \text{ mm}$$

Aleg  $b = 320 \text{ mm}$

3.8. Se verifică:

$$3.8.1. \frac{b}{h_f} = \left( \frac{1}{3} \dots \frac{1}{5} \right)$$

$$\frac{b}{h_f} = \frac{320}{1000} = \frac{1}{3,12}$$

$$3.8.2. \frac{b}{t} < K_1 \quad K_1 = 15 \text{ din}$$

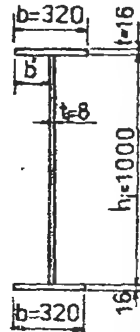
Anexa 1 tabelul 1.21

$$\frac{320}{16} = 20$$

$$\frac{20}{16} = 9,75 < 15$$

$$3.8.3. A_{\text{tălpilor}} = (0,5 \dots 0,6) A_{\text{total}}$$

Secțiunea 1-1



$$0,5 < \frac{2 \cdot (320 \cdot 16)}{2 \cdot (320 \cdot 16) + 1000 \cdot 8} = 0,56 < 0,6$$

4) Caracteristicile geometrice ale secțiunii

$$I_x = \frac{8 \cdot 100^3}{12} + 2 \cdot 1,6 \cdot 32 \left( \frac{100 + 1,6}{2} \right)^2 = 331 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$A = 2 \cdot 1,6 \cdot 32 + 0,8 \cdot 100 = 182,4 \text{ cm}^2$$

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\text{max}}} = \frac{331 \cdot 10^3}{51,6} = 6415 \text{ cm}^3$$

5) Verificarea de rezistență

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{W_x} \leq R$$

$$\sigma = \frac{1329,76 \cdot 10^6}{6415 \cdot 10^3} = 207 \text{ N/mm}^2 < R$$

$$R = 220 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{T}{b_f \cdot t_f} \leq R_f; \quad \sigma = \frac{210 \cdot 10^3}{1000 \cdot 8} = 26,3 \text{ N/mm}^2 < R_f = 130 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1,1 R$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{I_x} \cdot y^* = \frac{1329,76 \cdot 10^6}{331 \cdot 10^3} \cdot 500 = 201 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{201^2 + 3 \cdot 26,3^2} = 206 \text{ N/mm}^2 < 1,1 R = 242 \text{ N/mm}^2$$

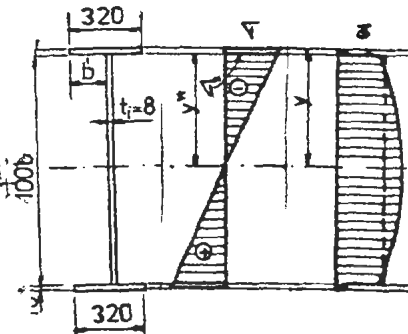
6) Variație de secțiune

6.1. Se propune reducerea secțiunii pînă la îndeplinirea

condiției  $\frac{b}{b_f} \approx \frac{1}{5}$  - rezultă secțiunea (2 - 2)

$$I_x = \frac{0,8 \cdot 100^3}{12} + 2 \cdot 1,6 \cdot 20 \left( \frac{100 + 1,6}{2} \right)^2 = 232 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\text{max}}} = \frac{232 \cdot 10^3}{51,6} = 4496 \text{ cm}^3$$



$$M_{oap} = W_x \cdot R = 4496 \cdot 10^3 \cdot 220 = 989,1 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 989,1 \text{ KNm}$$

### Secțiunea 2-2

6.2 Determinarea punctului în care se face schimbarea de secțiune rezultă din condiția  $M_x = M_{oap}^{2-2}$

$$M_x = 296,6x - 16,5 \frac{x^2}{2} = M_{oap}^{2-2} = 989,1 \text{ KNm}$$

$$-8,25x^2 + 296,6x - 989,1 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-296,6 \pm \sqrt{296,6^2 - 4 \cdot 8,25 \cdot 989,1}}{-2 \cdot 8,25} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_1 = 32,23 \text{ m} \\ x_2 = 3,72 \text{ m} \end{cases} \rightarrow x = 3,72 \text{ m}$$

### 6.3 Verificarea de rezistență a secțiunii 2-2

$$M_x^{2-2} = 296,6 \cdot 3,72 - 16,5 \cdot \frac{3,72^2}{2} = 989,2 \text{ KNm}$$

$$T^{2-2} = 296,6 - 16,5 \cdot 3,72 = 235,2 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{M_x^{2-2}}{W_x} = \frac{989,2 \cdot 10^6}{4496 \cdot 10^3} = 220 \text{ N/mm}^2 = R$$

$$\tau = \frac{T^{2-2}}{h_1 \cdot t_1} = \frac{235,2 \cdot 10^3}{1000 \cdot 8} = 29,4 \text{ N/mm}^2 < R_p = 130 \text{ N/mm}^2$$

### Notă:

Pentru a asigura înțelegerea în lucru a secțiunii 1-1 înainte de punctul în care  $M_x = M_{oap}^{2-2}$ , schimbarea secțiunii încetează să se facă de la o distanță  $x$ , mai mică decât valoarea  $x$  rezultată din calculul de mai sus (conform figurii)

$$x_1 = x - \frac{0,1-1}{2} = 3720 - \frac{320}{2} = 3560 \text{ mm}$$

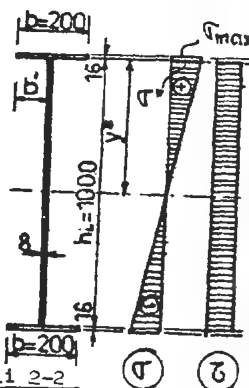
### 7) Verificarea săgeții

$f = \int \frac{M \cdot m \cdot ds}{EI} < f_a$  - integrala se calculează folosind anexa 1 tabelul 1.29

• momentul de inerție al secțiunii 1-1  $I_x^{1-1} = 331 \cdot 10^3 \text{ cm}^4 = 331 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

• momentul de inerție al secțiunii 2-2  $I_x^{2-2} = 232 \cdot 10^3 \text{ cm}^4 = 232 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

$$f = \frac{1}{2,1 \cdot 10^8} \left\{ \frac{1}{232 \cdot 10^{-5}} \left( \frac{5}{12} \cdot 3,56 \cdot 719,3 \cdot 1,78 \right) + \frac{1}{331 \cdot 10^{-5}} \left[ \left( \frac{1}{2} - 1,69 \cdot \right. \right. \right.$$

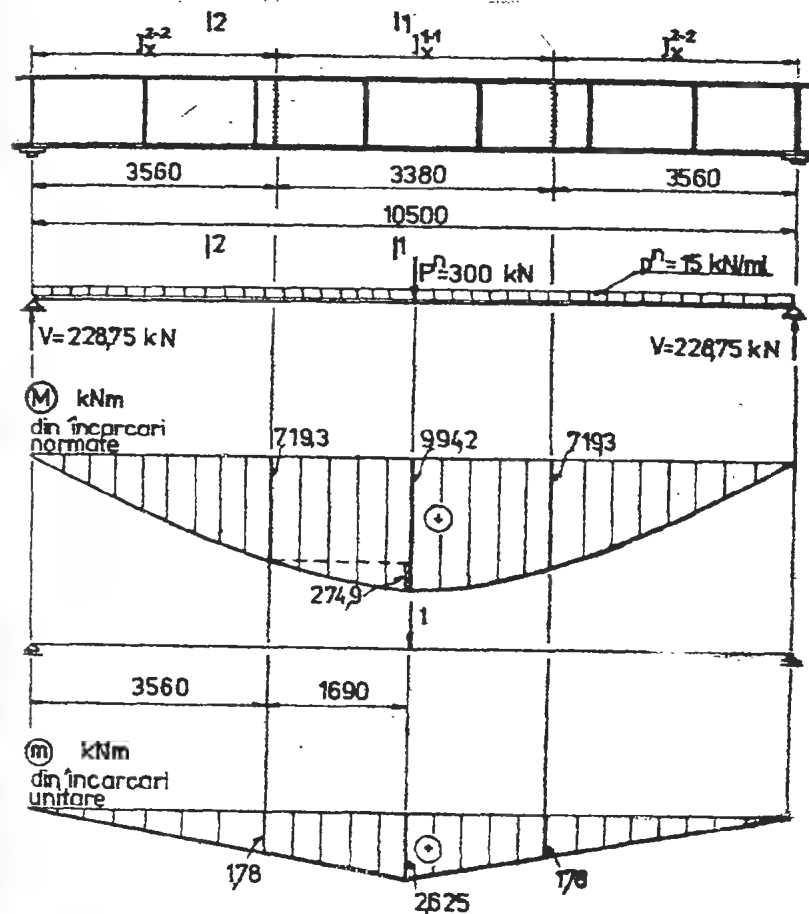


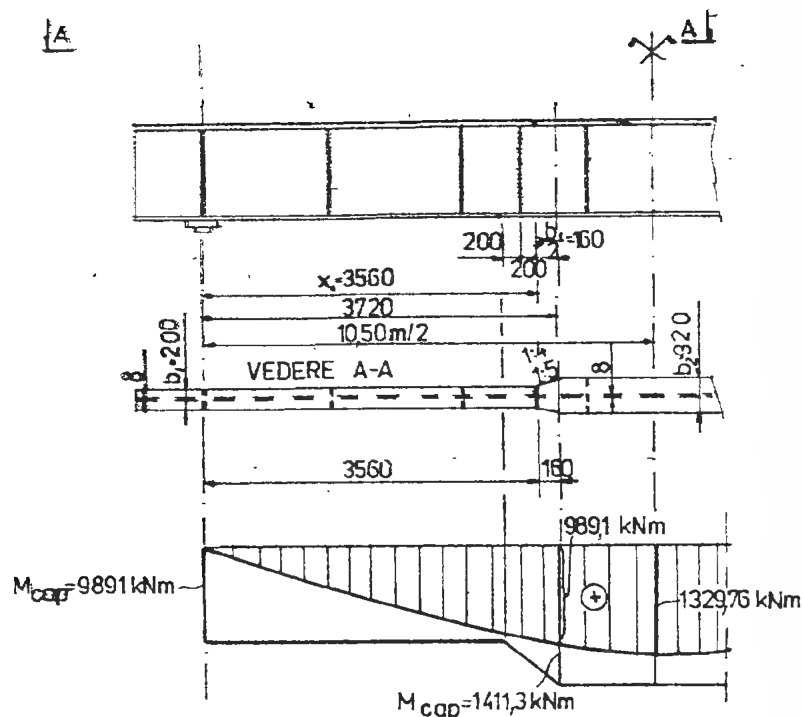
$$719,3 \left( 1,78 + 2,625 \right) + \frac{1}{6} 1,69 \cdot 274,9 \left( 1,78 + 2 \cdot 2,625 \right) \left] \cdot 2 \cdot \frac{1}{2,1 \cdot 10^8} \right.$$

$$\cdot \left( 819 \cdot 10^3 + 973 \cdot 10^3 \right) \cdot 2 = 0,017 \text{ m} = 1,7 \text{ cm} < f_{a2} = \frac{l}{500} = \frac{1050}{500} = 2,1 \text{ cm}$$

Pentru ușurarea calculelor s-au folosit următoarele unități de măsură.

$$[I] = \text{m}^4; [l] = \text{m}; [M] = \text{KNm}; [\tau] = \text{KNm}$$





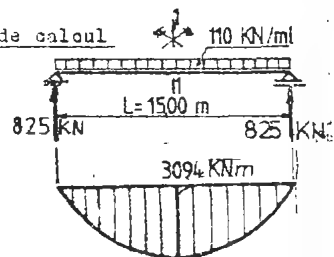
### APLICATIA III

Să se dimensioneze o grindă simplu rezemată cu secțiune variabilă încărcată cu o sarcină uniform distribuită de 110 kN/ml (încărcare de calcul). Coeficientul încărcării  $\alpha=1,2$  și săgeata admisibilă este  $f_a = \frac{L}{400}$

1/ Să se determine starea statică și eforturile de calcul

$$q_d = \alpha \cdot q_n$$

$$q_n = \frac{7}{1,2} = \frac{110}{1,2} = 91,7 \text{ kN/ml}$$



### 2) Alegerea calității materialului

#### 2.1. Momentul de inerție necesar din condiția de săgeată

$$f = 1,1 \cdot \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n \cdot L^4}{E \cdot I_x} ; f_a = \frac{L}{400}$$

$$I_{nec}^s = 1,1 \cdot \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n \cdot L^4}{E \cdot L} = 1,1 \cdot \frac{5}{384} \cdot \frac{91,7 \cdot 15000^4}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 15000} = 8443 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

#### 2.2. Momentul de inerție necesar din condiția de rezistență

$$I_{nec}^{rez} \approx W_{nec} \cdot \frac{h_1}{2} ; W_{nec} = \frac{M_{max}}{R}$$

$$OL 52 - R = 300 \text{ N/mm}^2 \quad W_{nec} = \frac{3094 \cdot 10^6}{300} = 10,31 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$OL 44 - R = 250 \text{ N/mm}^2 \quad W_{nec} = \frac{3094 \cdot 10^6}{250} = 12,37 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$OL 37 - R = 210 \text{ N/mm}^2 \quad W_{nec} = \frac{3094 \cdot 10^6}{210} = 14,73 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

• Se propune  $\tau_1 = 10 \text{ mm}$   $\tau_1 = [8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20 \text{ mm}]$

$$h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{W_{nec}}{\tau_1}}$$

$$OL 52 \quad h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{10,31 \cdot 10^6}{10}} = 1168 \text{ mm} \approx 1200 \text{ mm}$$

$$OL 44 \quad h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{12,37 \cdot 10^6}{10}} = 1279 \text{ mm} \approx 1300 \text{ mm}$$

$$OL 37 \quad h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{14,73 \cdot 10^6}{10}} = 1396 \text{ mm} \approx 1400 \text{ mm}$$

• Se verifică  $\frac{h_1}{\tau_1} = 90 \dots 150$

#### 2.3. Se compară momentul de inerție din condiția de rezistență cu momentul de inerție din condiția de săgeată $I_{nec}^s$

$$OL \ 52 \quad 10,51 \cdot 10^6 \frac{1200}{2} = 61,86 \cdot 10^8 < 84,43 \cdot 10^8 \text{ cm}^4$$

$$OL \ 44 \quad 12,37 \cdot 10^6 \frac{1300}{2} = 80,41 \cdot 10^8 < 84,43 \cdot 10^8 \text{ cm}^4$$

$$OL \ 57 \quad 14,73 \cdot 10^6 \frac{1400}{2} = 103,11 \cdot 10^8 > 84,43 \cdot 10^8 \text{ cm}^4$$

Rezultă rațională alegerea oțelului OL 37

### 3) Dimensionarea secțiunii 1 - 1

$$M = 3094 \text{ KNm}$$

$$T = 0$$

$$\bullet \ W_{neo} = \frac{3094 \cdot 10^6}{210} = 14,73 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 = 14730 \text{ cm}^3$$

$$\bullet \text{ se propune } t_1 = 10 \text{ mm}$$

$$h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{14730}{1,0}} = 139,57 \text{ cm}$$

$$\text{rotund } h_1 = 1400 \text{ mm}$$

$$\bullet \text{ se verifică condiția}$$

$$\frac{h_1}{t_1} = 90 \dots 150 ; \quad \frac{h_1}{t_1} = \frac{1400}{10} = 140$$

$$A_t = \frac{W_{neo}}{h_1} - 0,16 h_1 \cdot t_1 = \frac{14730}{140} - 0,16 \cdot 140 \cdot 1,0 = 82,81 \text{ cm}^2$$

$$\bullet \text{ se propune } t_1 = (1,5 \dots 2,5) t_1$$

$$t_1 = 2,0 \cdot 10 = 20 \text{ mm}$$

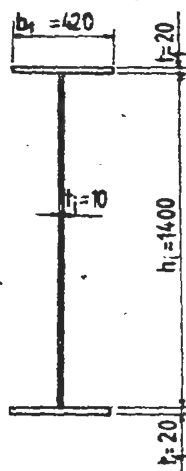
$$b_1 = \frac{A_t}{t_1} = \frac{82,81}{2,0} = 41,4 \text{ cm} ; \text{ rotund } b_1 = 420 \text{ mm}$$

### 3.1. Caracteristicile geometrice ale secțiunii 1 - 1

$$I_x = \frac{2 \cdot 140^3}{12} + 2 \cdot 42 \cdot 71^2 = 1076 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

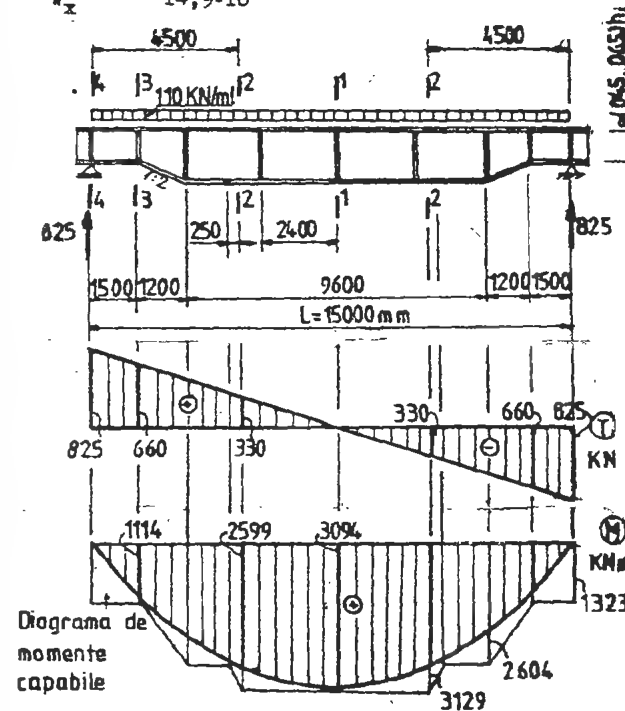
$$I_{x_{max}} = \frac{I_x}{\gamma_{max}} = \frac{1076 \cdot 10^3}{72} = 14,9 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

Secțiunea 1-1



### 3.2. Verificarea de rezistență a secțiunii 1-1

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{3094 \cdot 10^6}{14,9 \cdot 10^6} = 208 \text{ N/mm}^2 < R = 210 \text{ N/mm}^2$$



### 4) Variația secțiunii în lungul grinzii

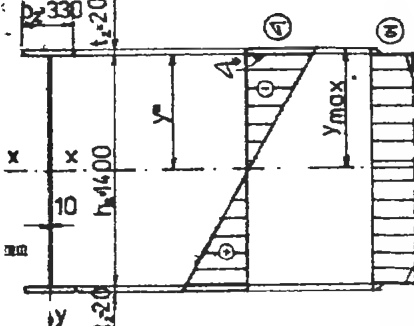
- prin variația secțiunii se urmărește ca diagrama de momente capabile să urmărească diagrama de momente încovoietoare din încărcări.
- se face o variație a secțiunii la  $\approx 0,3 L$  prin modificarea lății tălpilor (secțiunea 2-2) și alta la  $\approx 0,1 L$  prin variația înălțimii inimii (secțiunile 3-3 și 4-4)

### 4.1. Dimensionarea secțiunii 2-2

$$M = 2599 \text{ KNm}; T = 330 \text{ KN}$$

- Se mențin constante :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{grosimea inimii} \\ \text{înălțimea inimii} \\ \text{grosimea tălpilor} \end{array} \right.$

- Variaza: lățimea tălpilor

$$W_{req} = \frac{M}{R} = \frac{2599 \cdot 10^6}{210} = 12376 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 = 12376 \text{ cm}^3 \quad \text{Secțiunea 2-2}$$


$$A_{te} = \frac{M_{req}}{h_f} = 0,16 \cdot h_f \cdot t_f$$

$$A_{te} = \frac{12376}{140} = 0,16 \cdot 140 \cdot 1,0 = 66 \text{ cm}$$

$$b_2 = \frac{A_{te}}{t_f} = \frac{66}{1} = 33 \text{ cm} = 330 \text{ mm}$$

#### 4.2. Caracteristicile geometrice ale secțiunii 2 - 2

$$I_x = \frac{1 \cdot 140^3}{12} + 2 \cdot 2 \cdot 33 \left( \frac{140+2}{2} \right)^2 = 894 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y_{max}} = \frac{894 \cdot 10^3}{72} = 12,4 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

#### 4.3. Verificarea de rezistență a secțiunii 2 - 2

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W} = \frac{2599 \cdot 10^6}{12,4 \cdot 10^3} = 210 \text{ N/mm}^2 = R$$

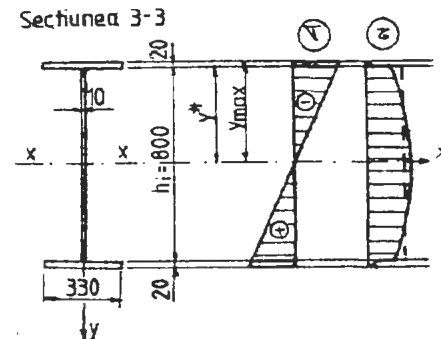
$$\tau = \frac{T}{b_f \cdot t_f} = \frac{330 \cdot 10^3}{1 \cdot 140} = 23,6 \text{ N/mm}^2 < R_f = 130 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^* = \frac{M}{I_x} y^* = \frac{2599 \cdot 10^6}{894 \cdot 10^3} \cdot 700 = 203,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^{*2} + 3\tau^2} = \sqrt{203,5^2 + 3 \cdot 23,6^2} = 208 \text{ N/mm}^2 < 1,1 R = 242 \text{ N/mm}^2$$

#### 4.4. Dimensionarea secțiunii 3 - 3

Din condiția de rezistență la forță tăietoare înălțimea inimii se ia aproximativ egală 0,45.....0,65 din înălțimea inimii secțiunii I - I. Rezultă înălțimea inimii în secțiunea 3 - 3 egală cu 800 mm. Celelalte dimensiuni ale secțiunii rămân constante.



#### 4.5. Caracteristicile geometrice ale secțiunii 3 - 3

$$I_x = \frac{1 \cdot 80^3}{12} + 22 \cdot 33 \left( \frac{80+2}{2} \right)^2 = 245 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y_{max}} = \frac{245 \cdot 10^3}{42} = 6299 \text{ cm}^3$$

#### 4.6. Verificarea de rezistență a secțiunii 3 - 3

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W} = \frac{1114 \cdot 10^6}{6299 \cdot 10^3} = 177 \text{ N/mm}^2 < R = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{b_f \cdot t_f} = \frac{660 \cdot 10^3}{10 \cdot 800} = 82,5 \text{ N/mm}^2 < R_f = 130 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^* = \frac{M}{I_x} y^* = \frac{1114 \cdot 10^6}{245 \cdot 10^3} \cdot 400 = 182 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^{*2} + 3\tau^2} = \sqrt{182^2 + 3 \cdot (82,5)^2} = 201 \text{ N/mm}^2 < 1,1 R = 242 \text{ N/mm}^2$$

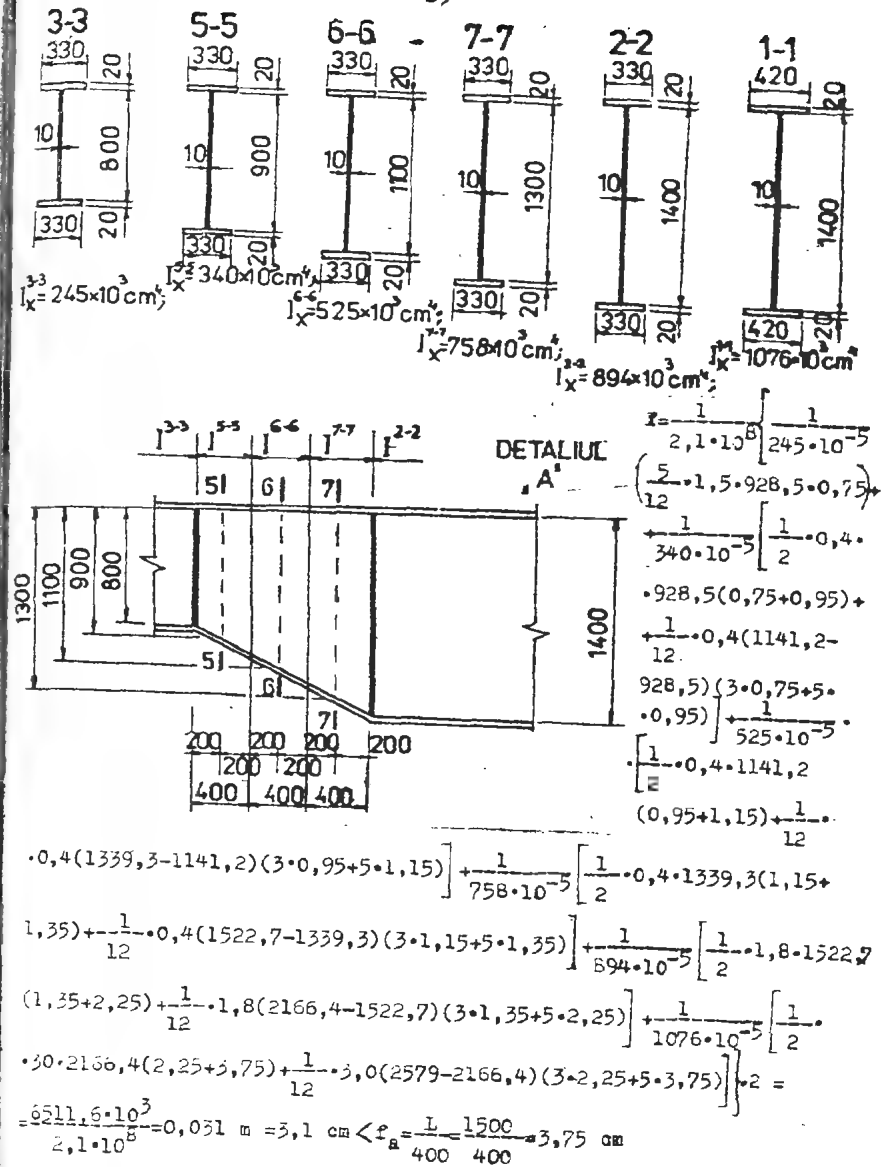
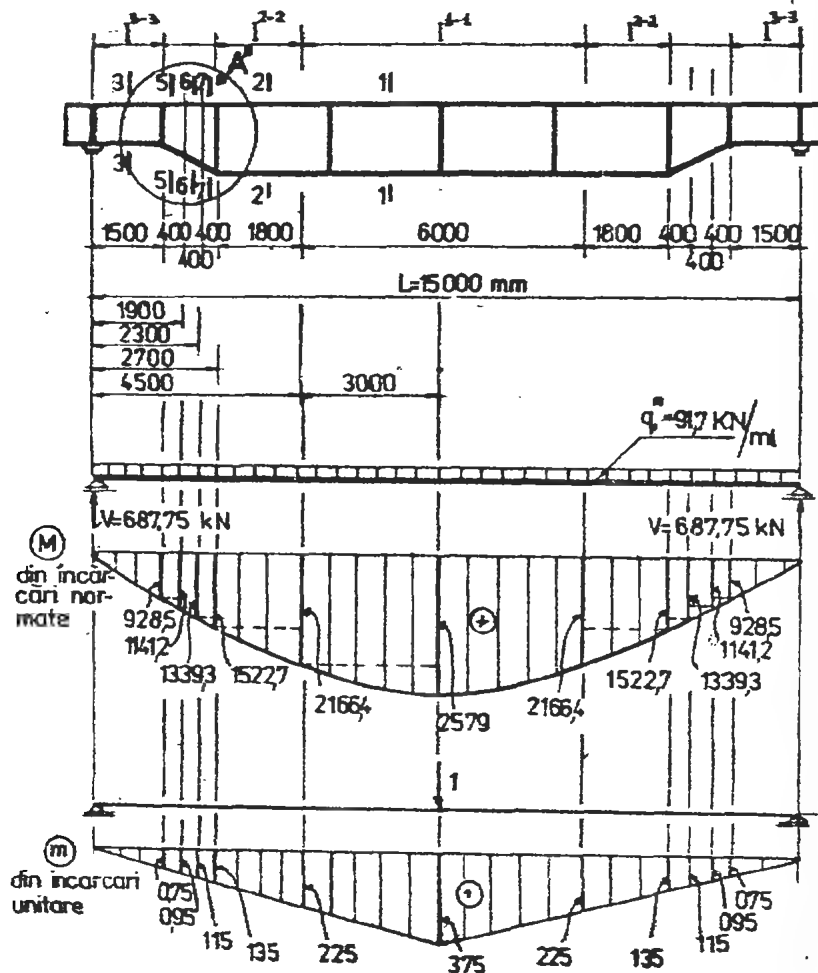
#### 4.7. Verificarea secțiunii 4 - 4

În secțiunea 4-4, grinda are aceleași dimensiuni ca în secțiunea 3-3.

$$\tau = \frac{m}{h_1 \cdot t_1} = \frac{825 \cdot 10^3}{10 \cdot 800} = 103 \text{ N/mm}^2 < R_{\tau} = 130 \text{ N/mm}^2$$

### 5) Verificarea săgeții

$$f = \int \frac{Mm}{EI} < f_{\text{adm}} \quad \text{— pentru calculul integralei se folosește ANEXA 1 tabelul 1.29}$$



Unități de măsură folosite:

$$[M] = \text{KNm}; [m] = \text{KNm}; [l] = \text{m}; [I] = \text{m}^4; [E] = \text{KN/m}^2; [f] = \text{cm}$$

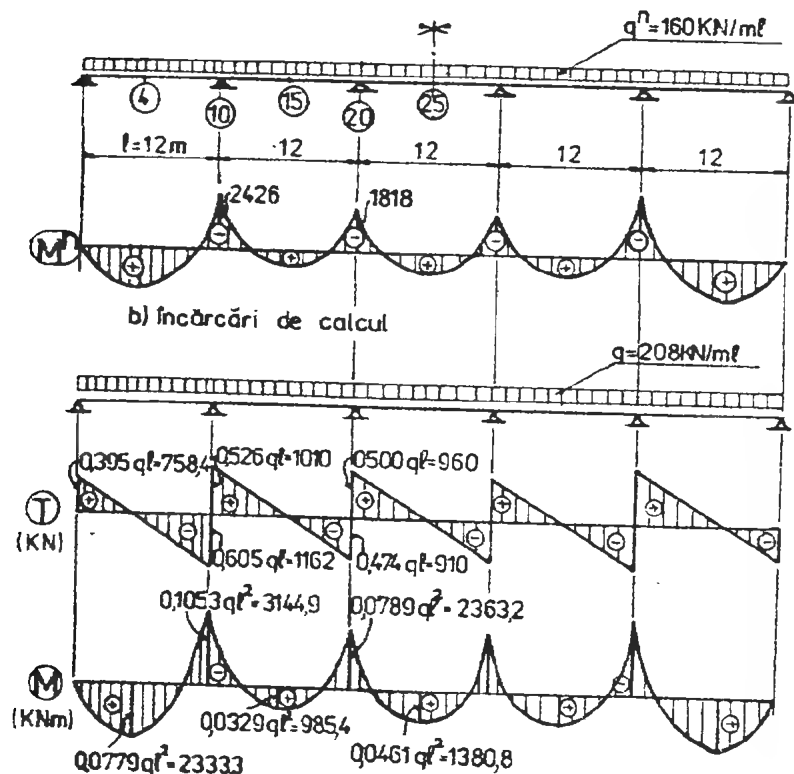


# APLICATIA IV

Se va dimensiona o grindă principală continuă pe cinci deschideri egale încărcată cu o sarcină uniform distribuită normată  $q^n = 160 \text{ KN/ml}$ . Coeficientul încărcării se consideră  $n=1,3$  săgeata admisibilă  $f_a = \frac{l}{400}$ . Grinda are legături în plan transversal la talpa superioară din 3 în 3 m prin intermediul unor grinzii secundare.

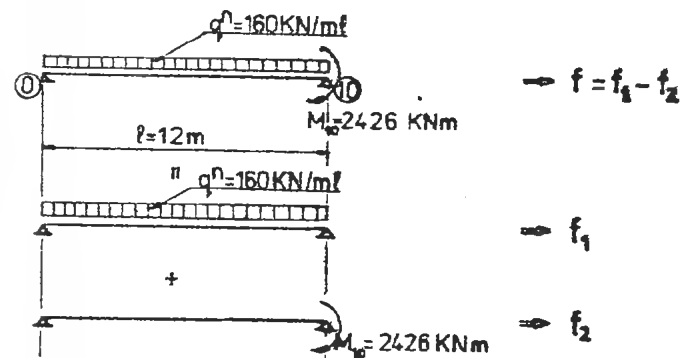
1. Determinarea eforturilor (vezi Anexa 1 tabelul 1.27).

a) încărcări normate.



2. Alegerea calitatii materialului.

2.1. Momentul de inerție necesar din condiția de săgeată.



$$f = \frac{\sum M_k l^2 \alpha}{10 \cdot I}$$

$\alpha$  - este dat în Anexa 1 tabelul 1.28

$$[M] = \text{KNm} ; [I] = \text{cm}^4$$

$$[f] = \text{cm} ; [\alpha] = \text{cm}$$

$$f_1 = \frac{12^2 \cdot 160 \cdot 12^2 \cdot 496}{8 \cdot 10 \cdot I} = \frac{2057 \cdot 10^3}{I}$$

$$f_2 = \frac{2426 \cdot 12^2 \cdot 59,52}{2 \cdot 10 \cdot I} = \frac{1040 \cdot 10^3}{I}$$

$$f = f_1 - f_2 = \frac{2057 \cdot 10^3}{I} - \frac{1040 \cdot 10^3}{I} = \frac{1017 \cdot 10^3}{I} < f_a = \frac{l}{400} = \frac{1200}{400} = 3,00 \text{ cm}$$

$$\text{la limita } I_{\text{nec}}^s = \frac{1040 \cdot 10^3}{5} = 346,6 \cdot 10^3 \text{ cm}^4 = 346,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

2.2. Momentul de inerție din condiția de rezistență

OL52

$$W_{\text{nec}} = \frac{M_k^{\text{max}}}{R} = \frac{2333,3 \cdot 10^6}{300} = 777,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

OL 44

$$V_{nec} = \frac{2333,3 \cdot 10^6}{250} = 933,3 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

OL 37

$$V_{nec} = \frac{2333,3 \cdot 10^6}{210} = 1111,1 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

Se propune  $t_1 = 10 \text{ mm}$

$$t_1 = (6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16)$$

$$h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{V_{nec}}{t_1}}$$

OL 52

$$h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{777,8 \cdot 10^4}{10}} = 1014 \text{ mm} \Rightarrow h_1 = 1000 \text{ mm}$$

OL 44

$$h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{933,3 \cdot 10^4}{10}} = 1111 \text{ mm} \Rightarrow h_1 = 1100 \text{ mm}$$

OL 37

$$h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{1111,1 \cdot 10^4}{10}} = 1212 \text{ mm} \Rightarrow h_1 = 1200 \text{ mm}$$

Se verifică  $\frac{h_1}{t_1} = 90 \text{ --- } 100 \text{ --- } 120 \text{ --- } 150$

OL 52

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1000}{10} = 100$$

OL 44

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1100}{10} = 110$$

OL 37

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1200}{10} = 120$$

2.3. Se compară cele două momente de inerție

$$I_{nec}^{res} \geq I_{nec}^j$$

$$I_{nec}^{res} = V_{nec} \frac{h_1}{2}$$

OL 52

$$I_{nec}^{res} = 777,8 \cdot 10^4 \cdot \frac{1000}{2} = 3889 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 > I_{nec}^j = 3466 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

OL 44

$$I_{nec}^{res} = 933,3 \cdot 10^4 \cdot \frac{1100}{2} = 5133 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 > I_{nec}^j$$

OL 37

$$I_{nec}^{res} = 1111,1 \cdot 10^4 \cdot \frac{1200}{2} = 6667 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 > I_{nec}^j$$

• Se alege oțelul OL 52 (pentru criterii economice)

3. Determinarea înălțimii inimii.

$$M_{med} = \frac{1,6 M_0 + 0,8 M_{10} + 1,2 M_{15} + 0,8 M_{20} + 0,6 M_{25}}{5}$$

unde  $n$  = numărul deschiderilor grinzii = 5

$$M_{med} = \frac{1,6 \cdot 2333,3 + 0,8 \cdot 3144,9 + 1,2 \cdot 985,4 + 0,8 \cdot 2363,2 + 0,6 \cdot 1380,8}{5} = 2030,14 \text{ KNm}$$

• Se propune  $t_1 = 10 \text{ mm}$

$$V_{nec} = \frac{M_{med}}{R} = \frac{2030,14 \cdot 10^6}{300} = 677 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

$$h_1 = 1,15 \sqrt{\frac{V_{nec}}{t_1}} = 1,15 \sqrt{\frac{677 \cdot 10^4}{10}} = 946,2 \text{ mm}$$

$h_1 = 1000 \text{ mm}$

4. Dimensionarea și verificarea secțiunii

4.1. Dimensionare

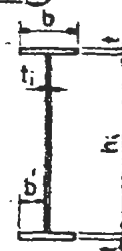
$$M_0 = 2333,3 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$h_1 = 1000 \text{ mm}$$

$$t_1 = 10 \text{ mm}$$

$$V_{nec} = \frac{M_{max}}{R} = \frac{2333,3 \cdot 10^6}{300} = 777,8 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

$$A_{1,t} = \frac{V_{nec}}{h_1} = 0,16 \cdot h_1 \cdot t_1 = \frac{777,8 \cdot 10^4}{1000} = 0,16 \cdot 1000 \cdot 10 = 6178 \text{ mm}^2$$



$$A_{1,t} = 6178 \text{ mm}^2$$

$$t = (1,5 \dots 2,5) t_1; \quad t = 20 \text{ mm}$$

$$b = \frac{A_{1,t}}{t} = \frac{6178}{20} = 309 \text{ mm} \quad \text{Aleg} \quad b = 310 \text{ mm}$$

• Se verifică

$$\frac{b}{t} \leq K_1 \quad (\text{vezi Anexa 1 tabelul 1.21})$$

$$\frac{310 - 10}{2 \cdot 20} = 7,5 < 13$$

$$A_{\text{trupier}} \approx (0,5 \dots 0,6) A_{\text{total}}$$

$$2(20 \cdot 310) = (0,5 \dots 0,6) (1000 \cdot 10 + 2 \cdot 310 \cdot 20) = \frac{12400}{22400} = 0,55$$

$$\frac{b}{t_1} \approx \left( \frac{1}{3} \dots \frac{1}{5} \right) \Rightarrow \frac{310}{1000} = \frac{1}{3,2}$$

#### 4.2. Verificarea de rezistență.

$$I_x = \frac{100^3 \cdot 1,0}{12} + 2 \cdot 31 \cdot 2,0 \cdot \left( \frac{100+2,0}{2} \right)^2 = 405.857 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{2333,3 \cdot 10^6}{405857 \cdot 10^4} \cdot 520 = 299 \text{ N/mm}^2 < R$$

#### 4.3. Verificarea de săgeată.

$$f_{\text{adm}} = 3,00 \text{ cm} \quad (\text{vezi punctul 2.1.})$$

$$f = \frac{1017 \cdot 10^3}{I_x} = \frac{1017 \cdot 10^3}{405857} = 2,50 \text{ cm} < f_{\text{adm}} = 3,00 \text{ cm}$$

#### 5. Dimensionarea și verificarea secțiunii (4)

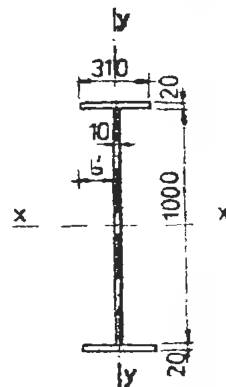
##### 5.1. Dimensionarea.

$$M_{10}^{\text{max}} = 3145 \text{ kNm}$$

$$F_{10} = 1161,6 \text{ kN}$$

Construcțiv se păstrează constante  $\begin{cases} h_1 = 1000 \text{ mm} \\ t = 20 \text{ mm} \end{cases}$  și

#### SECȚIUNEA (4)



$$V_{\text{nec}} = \frac{M_{10}^{\text{max}}}{R} = \frac{3145 \cdot 10^6}{300} = 1048 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

$$\text{Se propune } t_1 = 14 \text{ mm}$$

$$A_{1,t} = \frac{V_{\text{nec}}}{h_1} = 0,16 \cdot h_1 \cdot t_1 = \frac{1048 \cdot 10^4}{1000} = 0,16 \cdot 1000 \cdot 14 = 8240 \text{ mm}^2$$

$$b = \frac{A_{1,t}}{t} = \frac{8240}{20} = 412 \text{ mm} \quad \text{Aleg} \quad b = 420 \text{ mm}$$

• Se verifică

$$\frac{b}{t} = \frac{420 - 14}{2 \cdot 20} = 10,15 < 13$$

$$A_{\text{trupier}} \approx (0,5 \dots 0,6) A_{\text{total}}$$

$$2 \cdot 420 \cdot 22 = (0,5 \dots 0,6) (2 \cdot 420 \cdot 22 + 1000 \cdot 14)$$

$$\frac{18480}{32480} = 0,57$$

$$\frac{b}{t_1} \approx \left( \frac{1}{3} \dots \frac{1}{5} \right) \quad \frac{420}{1000} = \frac{1}{2,4}$$

#### 5.2. Verificarea de rezistență.

$$I_x = \frac{100^3 \cdot 1,4}{12} + 2 \cdot 42 \cdot 2,0 \cdot \left( \frac{100+2,0}{2} \right)^2 = 554 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

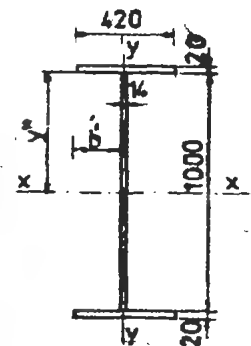
$$\sigma = \frac{M}{I_x} \cdot y_{\text{max}} \leq R \quad \sigma = \frac{3145 \cdot 10^6}{554 \cdot 10^7} \cdot 520 = 295 \text{ N/mm}^2 < R = 300 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{F_{10}}{h_1 \cdot t_1} = \frac{1162 \cdot 10^3}{1000 \cdot 14} = 83 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{(\sigma)^2 + 3\tau^2} \leq 1,1 R$$

$$\sigma^* = \frac{M_{10}^{\text{max}}}{I_x} \cdot y^* = \frac{3145 \cdot 10^6}{554 \cdot 10^7} \cdot 500 = 284 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{284^2 + 3 \cdot 83^2} = 318 \text{ N/mm}^2 < 1,1 R = 330 \text{ N/mm}^2$$



# 6. Dimensionarea și verificarea secțiunii

(15)

Construcțiv se păstrează

$$\begin{cases} h_1 = 1000 \text{ mm} \\ t = 20 \text{ mm} \end{cases}$$

$$M_{15}^{\max} = 985,4 \text{ KNm}$$

## 6.1. Dimensionare.

$$h_1 = 1000 \text{ mm}$$

$$t_1 = 8 \text{ mm}$$

$$W_{\text{nec}} = \frac{M_{15}^{\max}}{R} = \frac{985,4 \cdot 10^6}{300} = 328,5 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

$$A_{1,t} = \frac{W_{\text{nec}}}{h_1} = 0,16 \cdot h_1 \cdot t_1 = \frac{328,5 \cdot 10^4}{1000} = 0,16 \cdot 1000 \cdot 8 = 1315 \text{ mm}^2$$

$$t = (1,5 \dots 2,5) t_1$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$b = \frac{A_{1,t}}{t} = \frac{1315}{20} = 65,75 \text{ mm} \quad \text{Aleg. constructiv } b = 200 \text{ mm}$$

din condiția  $\frac{b}{h_1} \approx \left( \frac{1}{3} \dots \frac{1}{5} \right)$

• Se verifică

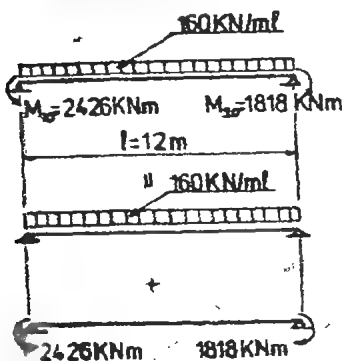
$$\frac{h_1}{t_1} = (90 \dots 150) \quad \frac{1000}{8} = 125$$

## 6.2. Verificarea de rezistență.

Eu este necesară „b” fiind ales constructiv

## 6.3. Verificarea de săgeată.

$$f_{\text{adm}} = 3,00 \text{ cm} \quad (\text{vezi punctul 2.1.})$$



$$\Rightarrow f = f_1 - f_2$$

$$\Rightarrow f_1$$

$$\Rightarrow f_2$$

$$f = \frac{\sum M^2 \alpha}{10 \cdot I}$$

$\alpha$  - este dat în Anexa 1 tabelul 1.28

$$f_1 = \frac{\frac{160 \cdot 12^2}{8} \cdot 12^2 \cdot 49,6}{10 \cdot I} = \frac{2057 \cdot 10^3}{I}$$

$$f_2 = \frac{\frac{2426 + 1818}{8} \cdot 12^2 \cdot 59,52}{10 \cdot I} = \frac{1818 \cdot 10^3}{I}$$

$$f = f_1 - f_2 = \frac{2057 \cdot 10^3}{I} - \frac{1818 \cdot 10^3}{I} = \frac{239 \cdot 10^3}{I}$$

$$I_x = \frac{0,8 \cdot 100^3}{12} + 2 \cdot 20 \cdot 2 \left( \frac{100+2}{2} \right)^2 = 275 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$f = \frac{239 \cdot 10^3}{275 \cdot 10^3} = 0,87 \text{ cm} < f_{\text{adm}} = 3,00 \text{ cm}$$

# 7. Dimensionarea și verificarea secțiunii

(20)

$$M_{20}^{\max} = 2363 \text{ KNm}$$

$$T_{20} = 960 \text{ KN}$$

## 7.1. Dimensionare

Construcțiv se păstrează constant  $\begin{cases} h_1 = 1000 \text{ mm} \text{ și} \\ t = 20 \text{ mm} \end{cases}$

$$W_{\text{nec}} = \frac{M_{20}^{\max}}{R} = \frac{2363 \cdot 10^6}{300} = 788 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

$$\text{Se propune } t_1 = 12 \text{ mm}$$

$$A_{1,t} = \frac{W_{\text{nec}}}{h_1} = 0,16 \cdot h_1 \cdot t_1 = \frac{788 \cdot 10^4}{1000} = 0,16 \cdot 1000 \cdot 12 = 5960 \text{ mm}^2$$

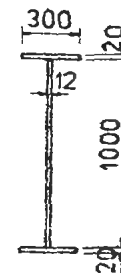
$$b = \frac{A_{1,t}}{t} = \frac{5960}{20} = 298 \text{ mm} \quad \text{Aleg } b = 300 \text{ mm}$$

• Se verifică

$$\frac{b}{t} = \frac{300-12}{2 \cdot 20} = 7,2 < 13$$

$$A_{\text{talpi}} \approx (0,5 \dots 0,6) A_{\text{total}}$$

$$2 \cdot 300 \cdot 20 = (0,5 \dots 0,6) \cdot 2 \cdot 300 \cdot 20 + 1000 \cdot 12$$



$$\frac{12000}{24000} = 0,5 \quad \frac{b}{h_1} \approx \left( \frac{1}{3} \text{ --- } \frac{1}{5} \right)$$

$$\frac{b}{h_1} = \frac{300}{1000} = \frac{1}{3,3}$$

## 7.2. Verificarea de rezistență.

$$I_x = \frac{100^3 \cdot 1,2}{12} + 2 \cdot 30 \cdot 2 \cdot \left( \frac{100+2}{2} \right)^2 = 412 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{M}{I_x} y_{\max} < R \quad \sigma = \frac{2363 \cdot 10^6}{412 \cdot 10^3} \cdot 520 = 298 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{T_{20}}{h_1 \cdot t_1} = \frac{960 \cdot 10^3}{1000 \cdot 12} = 80 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{(\sigma)^2 + 3\tau^2} \leq 1,1 R$$

$$\sigma = \frac{M_{20}}{I_x} y^x = \frac{2363 \cdot 10^6}{4120 \cdot 10^6} \cdot 500 = 281 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{281^2 + 3 \cdot 80^2} = 313 \text{ N/mm}^2 \leq 1,1 R = 330 \text{ N/mm}^2$$

## 8. Dimensionarea și verificarea secțiunii (25)

$$M_{25}^{\max} = 1381 \text{ KNm}$$

### 8.1. Dimensionare.

Constructiv se păstrează constant

$$V_{\text{rec}} = \frac{M_{25}^{\max}}{R} = \frac{1381 \cdot 10^6}{300} = 460 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

• Se presupune  $t_1 = 8 \text{ mm}$

$$A_{1t} = \frac{V_{\text{rec}}}{h_1} = 0,16 \cdot h_1 \cdot t_1 = \frac{460 \cdot 10^4}{1000} = 0,16 \cdot 1000 \cdot 8 = 3320 \text{ mm}^2$$

$$b = \frac{A_{1t}}{t} = \frac{3320}{8} = 166 \quad \text{Aleg constructiv } b = 200 \text{ mm}$$

• Se verifică

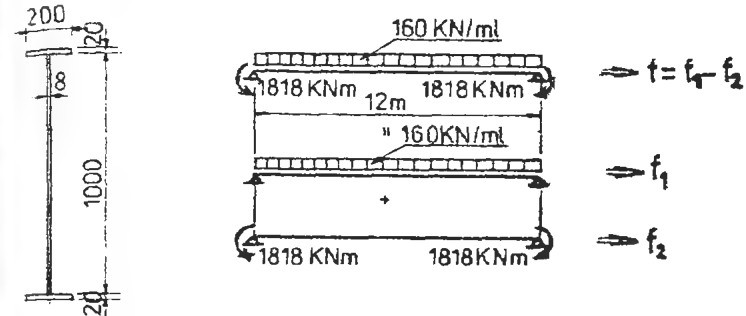
$$\frac{h_1}{t_1} = (90 \dots 150) \Rightarrow \frac{1000}{8} = 125$$

## 8.2. Verificarea de rezistență.

Nu este necesară „b” fiind ales constructiv.

## 8.3. Verificarea de săgeată.

$$f_{\text{adm}} = 3,00 \text{ cm} \quad (\text{vezi pct.2.1.})$$



$$f_1 = \frac{12 \cdot 160 \cdot 12^2 \cdot 49,6}{8 \cdot 10^3 \cdot I} = \frac{2057 \cdot 10^3}{I}$$

$$f_2 = \frac{1818 + 1818}{2} \cdot 12^2 \cdot 59,52}{10^3 \cdot I} = \frac{1558 \cdot 10^3}{I}$$

$$I_x = I_x^{\text{sec}} (49) = 120,7 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$f = f_1 - f_2 = \frac{(2057 - 1558) \cdot 10^3}{275 \cdot 10^3} = 1,81 \text{ cm} < f_{\text{adm}} = 3,00 \text{ cm}$$

## 9. Verificarea de stabilitate generală.

Nu este necesară verificarea dacă  $l_1 \leq 40 i_{yt}$

### 9.1. Secțiunea (4)

$$i_{yt} = 0,29 b = 0,29 \cdot 31,0 = 8,99 \text{ cm}$$

$$l_1 = 300 \text{ cm} < 40 \cdot 8,99 = 360 \text{ cm} \quad \text{Nu este necesară verificarea}$$

### 9.2. Secțiunea (10)

$$b = 420 \text{ cm} > b \text{ din sec} (4) \Rightarrow \text{cond. implicit satisfăcută și nu este necesară verificarea}$$

9.3. Secțiunea (15) și (25)

$b = 200 \text{ mm}$

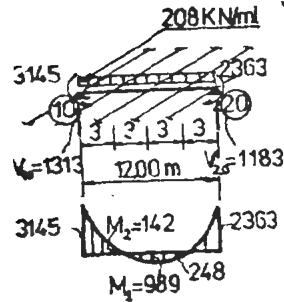
$i_{yt} = 0,29 \cdot 20,0 = 5,8 \text{ cm}$

$l_y = 300 \text{ cm} > 40 \cdot 5,8 = 232 \text{ cm}$

Se face verificarea  $\frac{M}{\varphi_g \cdot W} \leq R$

$\lambda_{yt} = \frac{l_y}{i_{yt} \sqrt{\varphi_g}}$

în care  $\varphi_g$  se alege din Anexa 1 tabelul 1.16 în funcție de schema de încărcare;  $M_1$  și  $M_2$  - momentele la extremitățile distanței dintre legăturile porțiunii care se verifică



$V_{10} = \frac{3145 + 208 \cdot \frac{12^2}{2} - 2363}{12} = 1313$

$V_{20} = \frac{2363 + 208 \cdot \frac{12^2}{2} - 3145}{12} = 1183$

$\frac{M_2}{M_1} = \frac{-142}{989} = -0,144 \Rightarrow \varphi_g = 1,915$

$\lambda_{yt} = \frac{300}{5,8 \sqrt{1,915}} = 37 \Rightarrow \varphi_g = 0,905$

$\frac{989 \cdot 10^6}{0,905 \cdot 275 \cdot 10^7} \cdot 520 = 206 \text{ N/mm}^2 < R$

9.4. Secțiunea (20)

$b = 300 \text{ mm}$

$i_{yt} = 0,29 \cdot 30 = 8,7 \text{ cm}$

$l_y = 300 \text{ cm} < 40 \cdot 8,7 = 348 \text{ cm} \Rightarrow$  nu este necesară verificarea

10. Verificarea de stabilitate locală a inimii.

Rigidizări transversale.

Dacă  $\frac{h_1}{t} \leq 100 \sqrt{\frac{210}{R}} \Rightarrow$  nu sînt necesare rigidizări transversale

Deschiderea (0) - (10)

$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1000}{10} = 100 > 100 \sqrt{\frac{210}{300}} = 84$

Reazemul (10)

$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1000}{14} = 71 < 84$

Deschiderile (10) - (20) ; (20) - (30)

$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1000}{8} = 125 > 84$

Reazemul (20)

$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1000}{12} = 83 < 84$

Se prevăd rigidizările la  $a = 2,0 \cdot h_1 = 2000 \text{ mm}$

$b_r = \frac{h_1}{30} + 40 \text{ mm} = \frac{1000}{30} + 40 \approx 75 \text{ mm}$

$b_r \geq \frac{2}{3} b'$

$t_r \geq \frac{b_r}{15} + \frac{75}{15} = 5 \text{ mm}$   $t_r = 6 \text{ mm}$  în cîmp; iar pe reazem  $t_r = 10 \text{ mm}$

Deschiderea (0) - (10)

$b_r \geq \frac{2}{3} b' ; b_r \geq \frac{2}{3} \cdot 150 = 100 \text{ mm}$

Aleg  $b_r = 100 \text{ mm}$   $t_r = 6 \text{ mm}$

Reazemul (10)

$b_r \geq \frac{2}{3} b' ; b_r \geq \frac{2}{3} \cdot 203 = 135 \text{ mm}$

Aleg  $b_r = 170 \text{ mm}$   $t_r = 10 \text{ mm}$

Deschiderile (10) - (20) ; (20) - (30)

$b_r \geq \frac{2}{3} b' ; b_r \geq \frac{2}{3} \cdot 96 = 64 \text{ mm}$

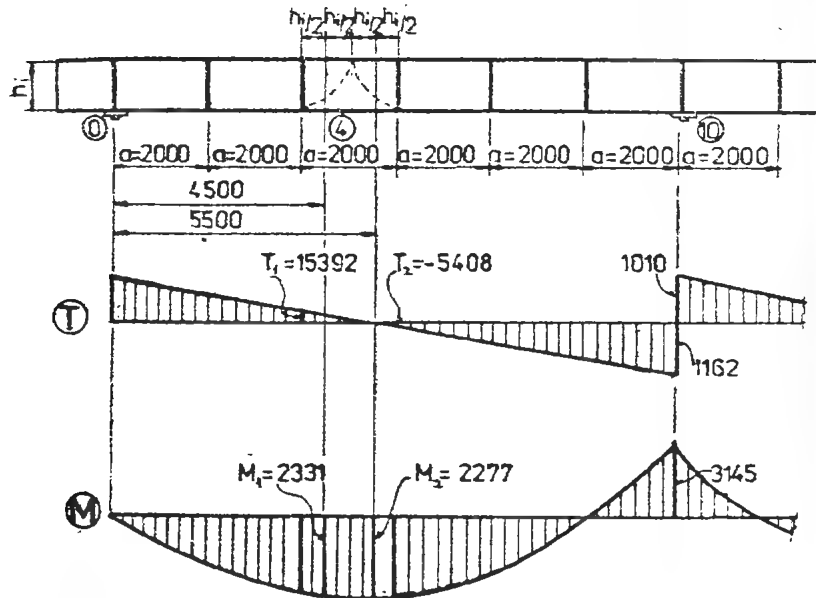
Aleg  $b_r = 80 \text{ mm}$   $t_r = 6 \text{ mm}$

Reazemele (20) ; (30)

$b_r \geq \frac{2}{3} b' ; b_r \geq \frac{2}{3} \cdot 144 = 96 \text{ mm}$

Aleg  $b_r = 120 \text{ mm}$   $t_r = 10 \text{ mm}$

11) Verificarea stabilității locale a inimii, voalaze



Dacă  $\frac{h_1}{t_1} < 110 \sqrt{\frac{210}{R}}$  - nu este necesară verificarea la voalaz

11.1. Verificarea panoului ce conține secțiunea (4)

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{100}{1,00} = 100 > 110 \sqrt{\frac{210}{315}} = 89,8 \text{ este necesară verificarea}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 1 \quad \text{în care:}$$

$$\sigma = \frac{M_{max}}{I_x} \cdot y \quad M_{max} = \max (M_1 ; M_2)$$

$$\sigma = \frac{2331 \cdot 10^6}{405857 \cdot 10^4} \cdot 500 = 287 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{T_{max}}{h_1 \cdot t_1} \quad T_{max} = \max (T_1 ; T_2)$$

$$\tau = \frac{153,92 \cdot 10^3}{1000 \cdot 10} = 15,39 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr} = 7000 \left(\frac{t_1}{h_1}\right)^2 \cdot 10^3 = 7000 \left(\frac{10}{1000}\right)^2 \cdot 10^3 = 700 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{cr} = (1250 + \frac{950}{\alpha^2}) \left(\frac{t_1}{a}\right)^2 \cdot 10^3 \quad \left\{ \begin{array}{l} d = \min (h_1, a) = 1000 \text{ mm} \\ \alpha = \frac{\max (h_1, a)}{\min (h_1, a)} = \frac{2000}{1000} = 2 \end{array} \right.$$

$$\tau_{cr} = (1250 + \frac{950}{2^2}) \left(\frac{10}{1000}\right)^2 \cdot 10^3 = 148,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{\left(\frac{287}{700}\right)^2 + \left(\frac{15,39}{148,8}\right)^2} = 0,42 < 1$$

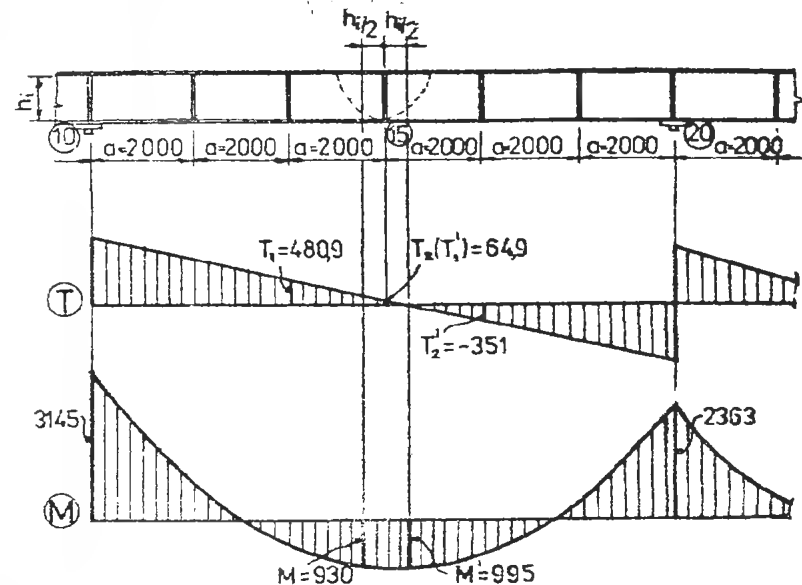
11.2. Verificarea panoului adiacent reazemului (10)

Se verifică panoul cu eforturile maxime (cel din stînga reazemului).

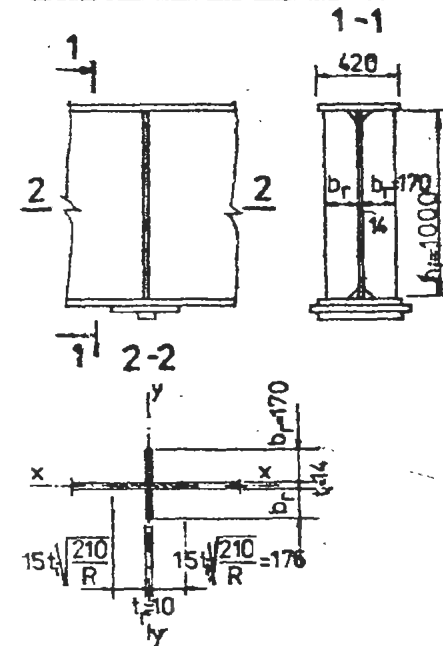
$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1000}{14} = 71,4 < 89,8 \Rightarrow \text{Nu este necesară verificarea}$$

11.3. Verificarea panoului adiacent secțiunii (15)

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{1000}{8} = 125 > 89,8 \Rightarrow \text{este necesară verificarea}$$



12) Verificarea rigidizării transversale din reșeaua (10)



12.1. Caracteristici geometrice ale secțiunii.

A = Aria secțiunii celor două rigidizări plus  $2 \cdot 15 \cdot \sqrt{\frac{210}{R}}$   
(secțiunea hașurată din figură)

$$A = 1,4 (17,6 + 1,0 + 17,6) + 1,0 (17,0 + 17,0) = 84,68 \text{ cm}^2$$

$$I_x = \frac{1,0 (17,0 + 1,4 + 17,0)^3}{12} = 3700 \cdot 10^2 \text{ cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{3700 \cdot 10^2}{84,68}} = 6,60 \text{ cm}$$

12.2. Verificarea de rezistență.

$$\lambda_x = \frac{l_{rx}}{i_x} < \lambda_a = 120$$

$$l_{rx} = h_i = 1000 \text{ mm}$$

a) panoul din stînga secțiunii (15)

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 1$$

$$\sigma = \frac{930 \cdot 10^6}{275 \cdot 10^7} \cdot 500 = 169 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{480,9 \cdot 10^3}{100 \cdot 8} = 60,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{cr} = 7000 \left(\frac{8}{1000}\right)^2 \cdot 10^3 = 448 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cr} = (1250 + \frac{950}{2}) \cdot \left(\frac{8}{1000}\right)^2 \cdot 10^3 = 95,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{\left(\frac{169}{448}\right)^2 + \left(\frac{60,1}{95,2}\right)^2} = 0,74 < 1$$

b) panoul din dreapta secțiunii (15)

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 1$$

$$\sigma = \frac{995 \cdot 10^6}{275 \cdot 10^7} \cdot 500 = 181 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{351 \cdot 10^6}{1000 \cdot 8} = 43,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{\left(\frac{181}{448}\right)^2 + \left(\frac{43,9}{95,2}\right)^2} = 0,61 < 1$$

Pentru secțiunile (20) și (25) se vor face verificările după principiul folosit la verificările secțiunilor (10) respectiv (15).

12. Verificarea de stabilitate locală a tălpilor comprimate

$$\frac{b}{t} \leq \chi_1, \chi_1 \text{ se ia din Anexa 1 tabelul 1.21}$$

Această verificare s-a făcut la dimensionarea fiecărei secțiuni.



$$\lambda_x = \frac{100}{6,4} = 15,63 \quad \xrightarrow{\text{"0" Anexa 2 OL 52 tabel 2,34}} \varphi = 0,973$$

$$\frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R \quad N = \text{Reacțiunea maximă din reazemul } (10)$$

$$\frac{2172 \cdot 10^3}{0,973 \cdot 84,68 \cdot 10^2} = 263,6 \text{ N/mm}^2 < R = 315 \text{ N/mm}^2$$

## CAPITOLUL 5

### IMBINARI SUDATE

#### 5.1. Clasificarea îmbinărilor sudate funcție de poziția relativă a pieselor care se îmbină

5.1.1. Imbinări cu sudură cap la cap - piesele sînt în prelungire, iar cordonalele de sudură se execută pe grosimea pieselor fig.5.1 și anexa 1 tabelul 1.17.

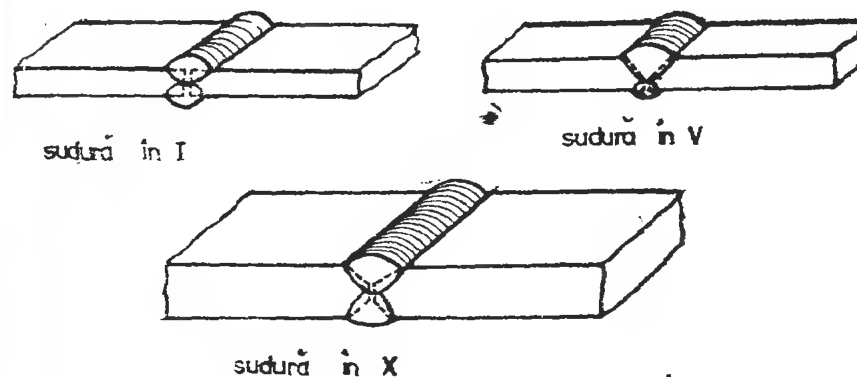


fig. 5.1

5.1.2 Imbinări cu sudură de colț - piesele sînt suprapuse fig.5.2 sau în două plane sub un unghi oarecare (de regulă 90°), iar cordonalele de sudură se execută pe conturul suprafeței de contact, fig.5.3; 5.4 și anexa 1 tabelul 1.18

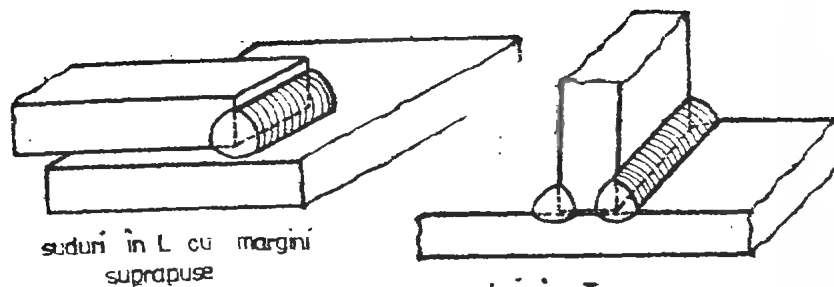


fig. 5.2.

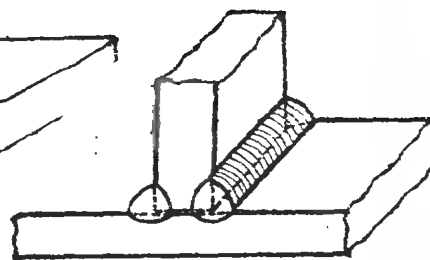


fig. 5.3

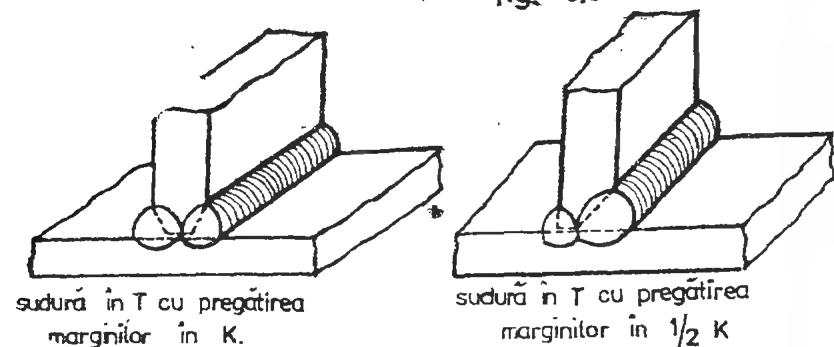


fig. 5.4

5.2. Olasificarea îmbinărilor sudate funcție de tipul cordonului de sudură (fig. 5.5)

5.2.1. Îmbinări sudate în adâncime

(îmbinări sudate cap la cap și de colț cu prelucrarea marginilor) fig. 5.1; 5.4

Cordonele de sudură în adâncime se comportă sub acțiunea solicitărilor ca și materialul de bază din vecinătatea cordonului (apar funcție de solicitări tensiuni  $\sigma$  și  $\tau$  în cordonul de sudură).

5.2.2. Îmbinări sudate în relief

(îmbinări sudate de colț fără prelucrarea marginilor) fig. 5.2; 5.3

Se consideră că în planul de cedare al cordoanelor de sudură în relief apar numai tensiuni tangențiale  $\tau$  indiferent de solicitare.

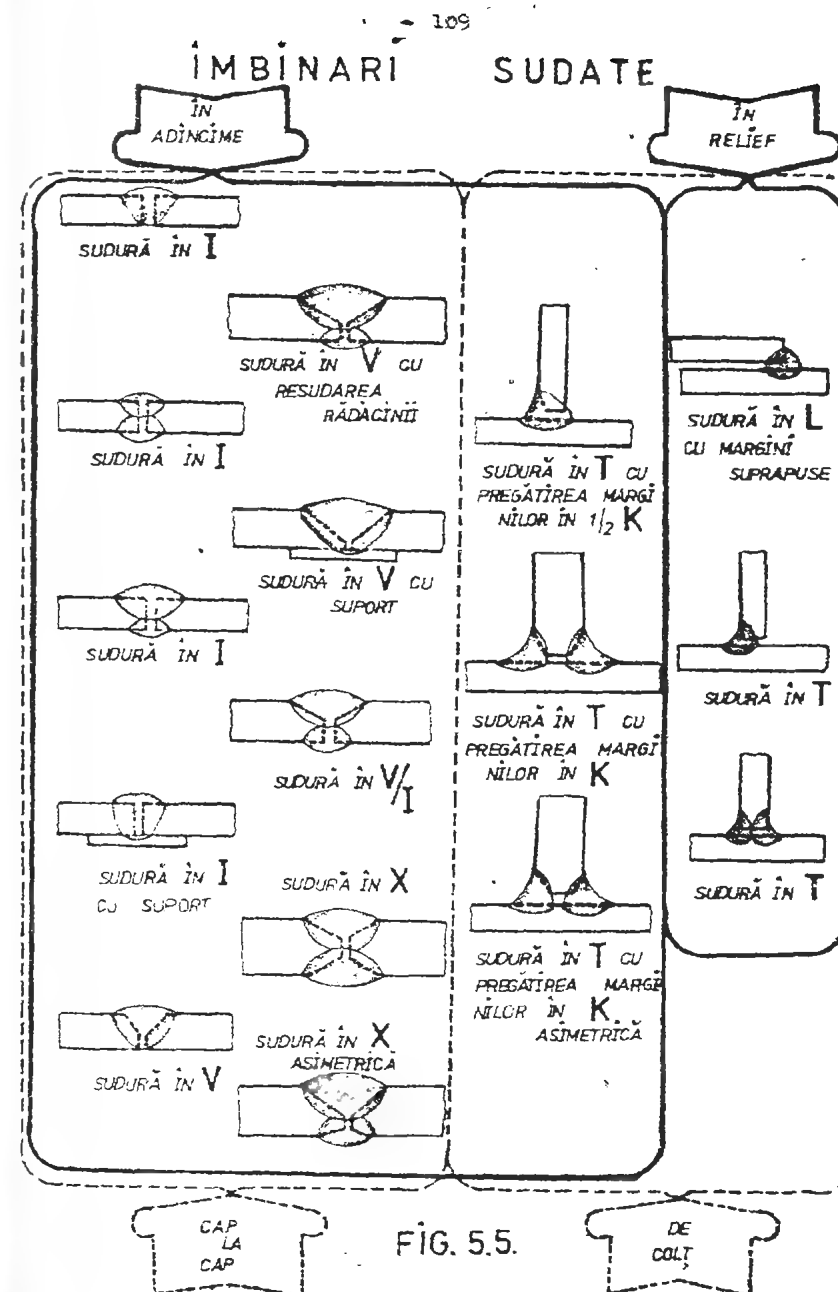


FIG. 5.5.

### 5.3. Caracteristicile geometrice ale cordonelor de sudură - condiții constructive

#### 5.3.1. îmbinări sudate în adâncime

• grosimea cordonului de sudură -  $a$  - este egală cu grosimea celei mai subțiri piese din îmbinare în cazul îmbinărilor cap la cap fig.5.6 și este egală cu grosimea piesei care se sudează în cazul îmbinărilor de colț fig.5.7 cu excepția sudurilor nepătrunse la care  $a=t$

a) suduri cap la cap

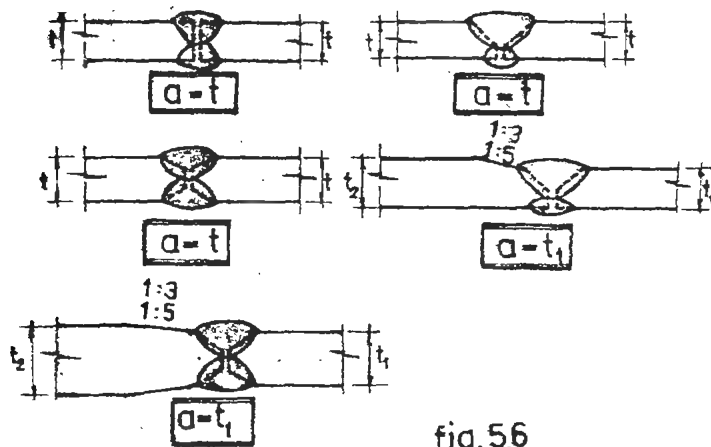


fig.5.6

b) suduri în T cu prelungirea marginilor fig.5.7

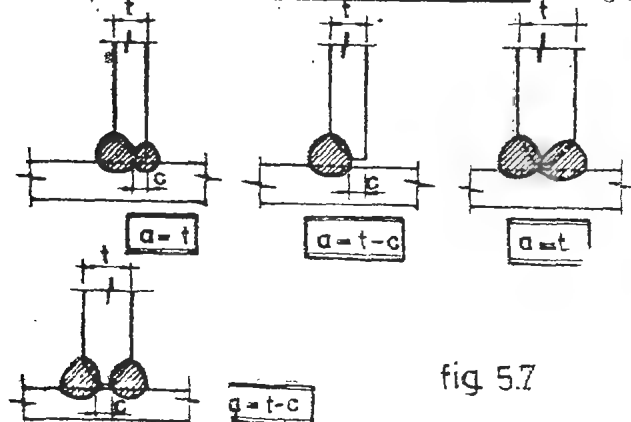


fig 5.7

### • Lungimea de calcul a cordonelor de sudură - $l^s$

$l^s = b_{min} - 2a$  - la îmbinări fără piese de prelungire fig.5.8 a)  
 $l^s = b_{min}$  - la îmbinări cu piese de prelungire fig.5.8 b)

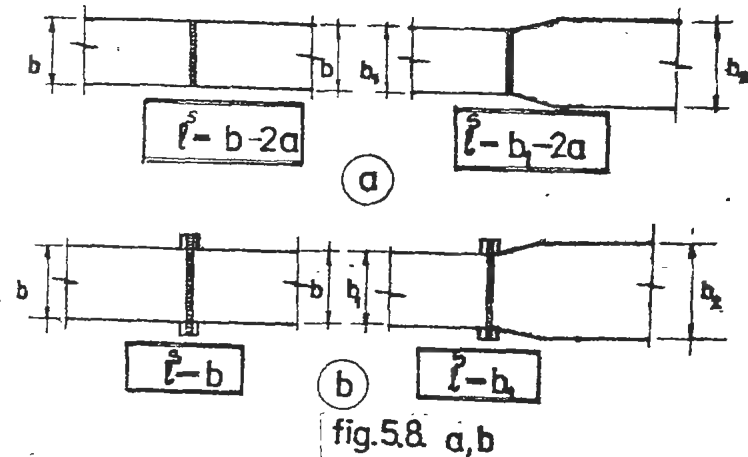


fig.5.8 a,b

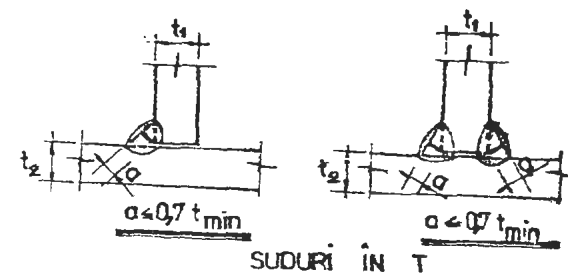
#### 5.3.2. îmbinări sudate în relief

• grosimea cordonului de sudură -  $a$  - înălțimea triunghiului isoscel înscris în cordonul de sudură

• grosimile uzuale ale cordonului de sudură

$a = 3, 3^5, 4, 5, 5^5, 6, 7, 8, 9, 10 \text{ mm}$

a) suduri în T fără prelucrarea marginilor și în L cu margini suprapuse;  $a \leq 0,7 t_{min}$



SUDURI ÎN T

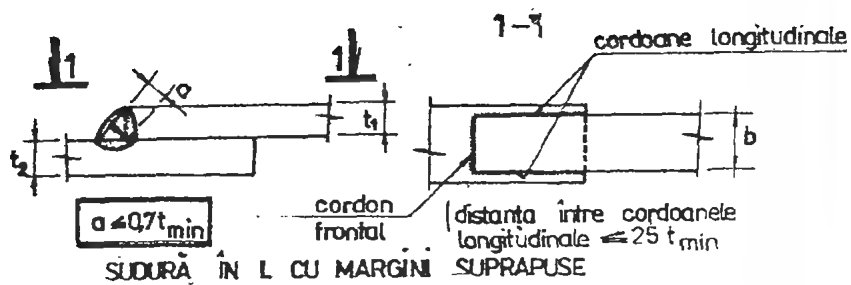


fig. 5.9.

b) suduri ale profilelor laminate la cald -cornier și U

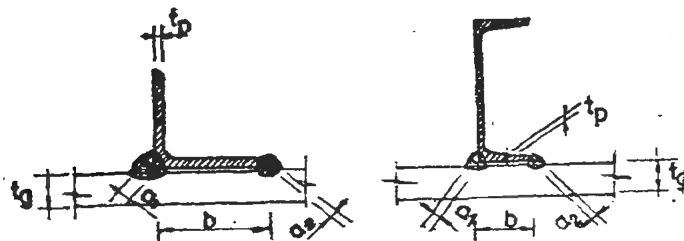
$$a_1 \leq \min \begin{cases} 0,85 t_p \\ 0,7 t_g \end{cases} ; a_2 \leq \min \begin{cases} 0,7 t_p \\ 0,7 t_g \end{cases}$$


fig. 5.10.

c) suduri ale profilelor laminate la cald - I

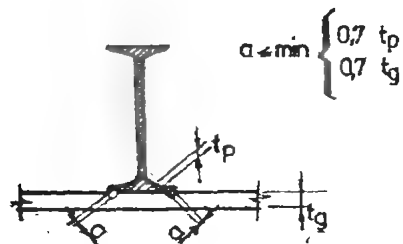


fig. 5.11

d) suduri ale profilelor cu pereți subțiri

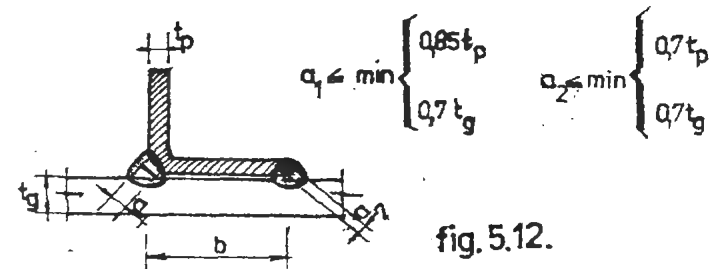


fig. 5.12.

e) suduri ale țevelor (rotunde sau pătrate) prinse de un guseu

$$a \leq \min \begin{cases} t_p \\ 0,7 t_g \end{cases}$$

fig. 5.13

și sudate între ele  $a \leq t_p$  fig. 5.14

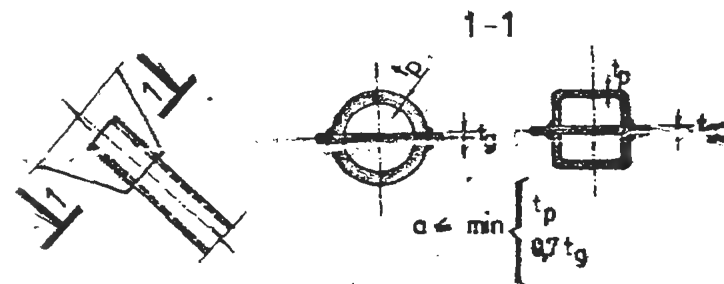


fig. 5.13.

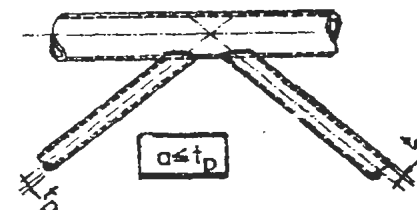


fig. 5.14.

• Grosimea minimă a cordonului de sudură

Dimensiunea celui mai gros element care se sudează (mm)	Grosimea minimă "a" în mm, a cordonelor de sudură în relief la elemente din	
	OTEL CARBON OL 37; OL 44; OL 35; OL 45	OTEL SLAB ALIAT OL 52; OLS 44; OGS 52
pînă la 10	3	4
11.....20	4	6
21.....30	6	7
31.....50	7	8

• Lungimea de calcul a cordonelor de sudură

- $l^s = l - 2a$  - sudurile nu sînt întoarse la capete fig.5.15 a)  
 $l^s = l - a$  - sudurile sînt întoarse la un capăt fig.5.15 b)  
 $l^s = l$  - sudurile sînt întoarse la ambele capete fig.5.15 c)

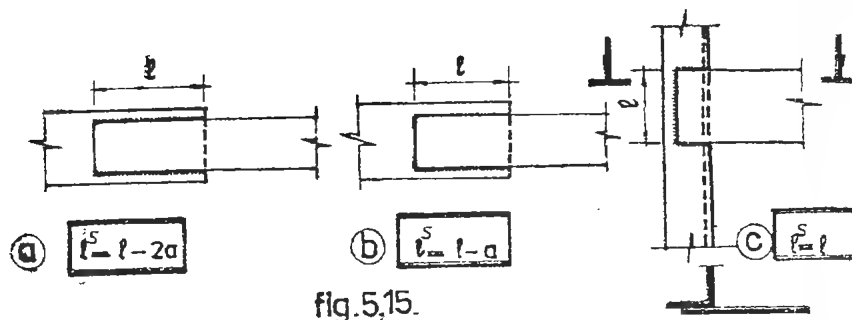


fig.5.15.

- lungimi minime  $l \geq \begin{cases} 40 \text{ mm} \\ b \\ 15 a \end{cases}$  în cazul profilelor cornier și U  
 $l \geq 40 \text{ mm}$  în celelalte cazuri  
 • lungimi maxime  $l \leq 60 a$  în toate cazurile (la sudurile supuse la efort axial în lungul cordonelor)

5.4. Relații de calcul

5.4.1. Impănări supuse la întindere în adâncime

Verificările sudurilor în adâncime sînt aceleași ca și ale materialului de bază.

a) împănări supuse la întindere sau compresiune fig.5.16 (perpendicular pe cordon, iar rezultanta trece prin centrul de greutate al cordonelor de sudură)

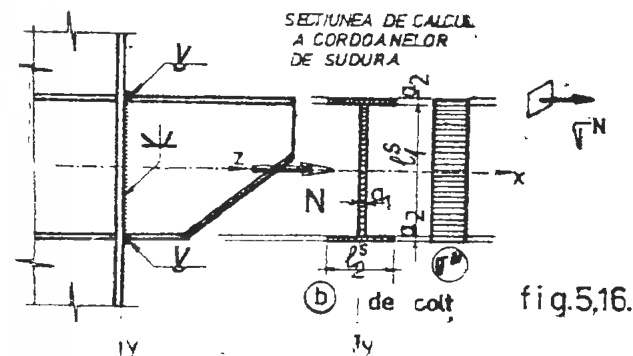
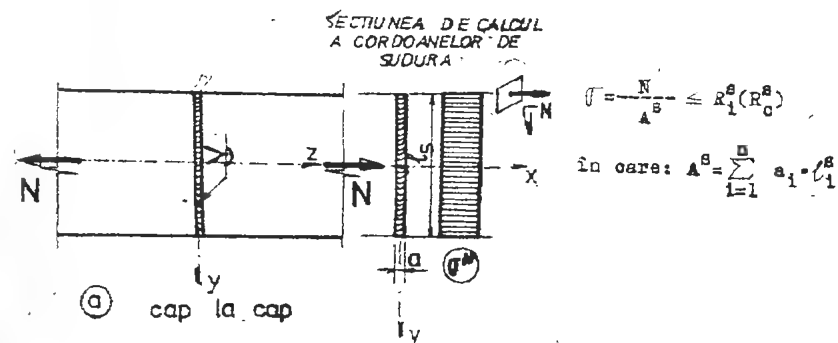
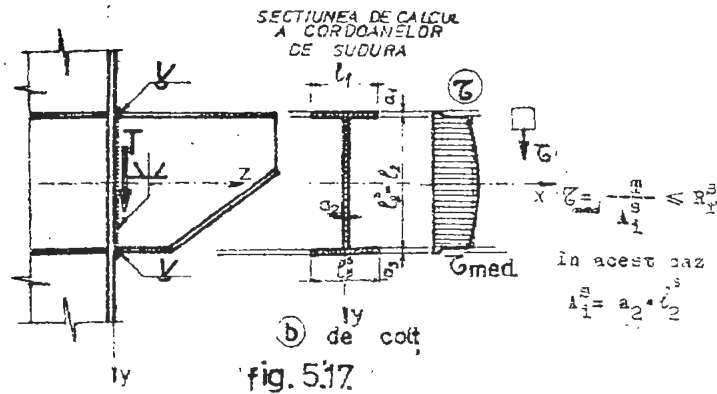
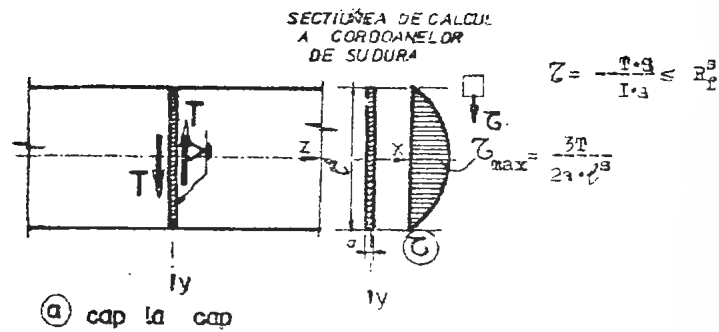
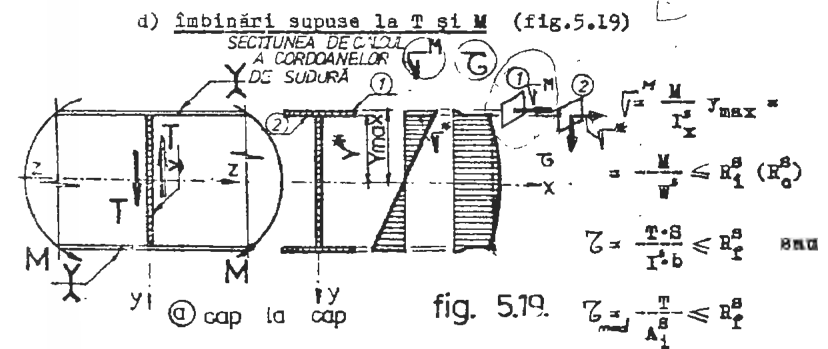
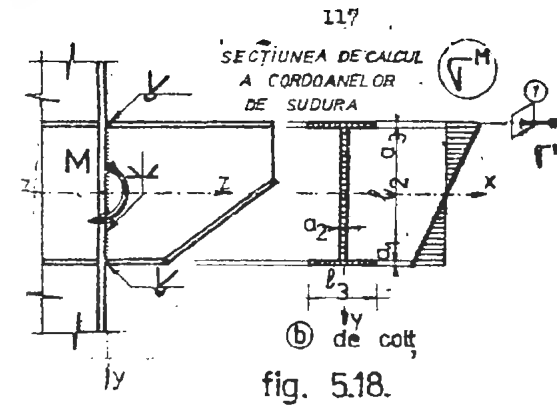
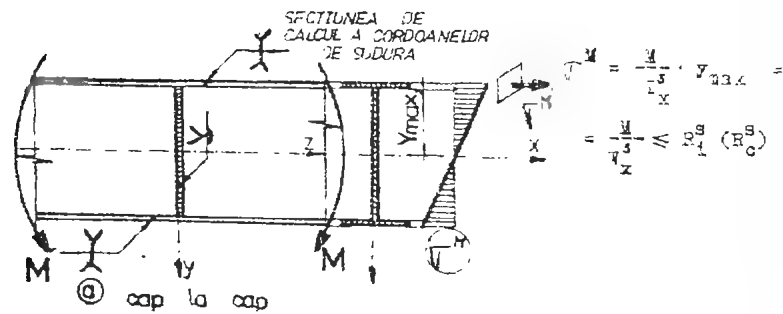


fig.5.16.

- $R_c^s$  - Rezistența de calcul la compresiune a sudurii anexa 1 tabelul 1.7  
 $R_1^s$  - Rezistența de calcul la întindere a sudurii Anexa 1 tabelul 1.7  
 b) împănări supuse la forfecare (fig.5.17)



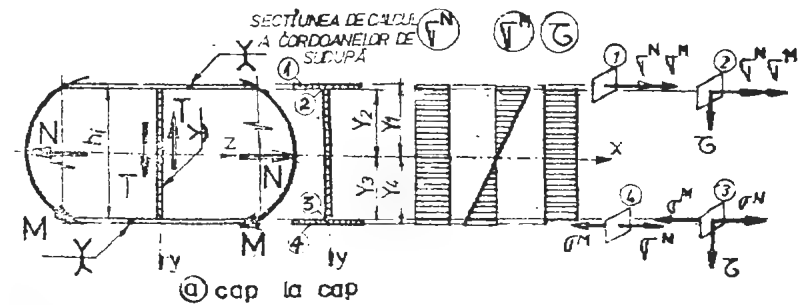
$A_1^s$  - aria cordonelor de sudură paralele cu forța tăietoare  
 $R_s^s$  - rezistența de calcul la forfecare a cordonelor de sudură în  $\sigma_{\text{tăiere}}$ , Anexa 1, tabelul 1.  
 d) îmbinări supuse la moment încovoietor (fig. 5.18)



$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{(\sigma^*)^2 + 3\tau^2} \leq R_s^s$$

$$\sigma^* = \frac{M}{I} \cdot y$$

e) îmbinări supuse la N, T și M (fig. 5.20)



SECȚIUNEA DE CALCUL  
A CORDOANELOR DE  
SUDURĂ

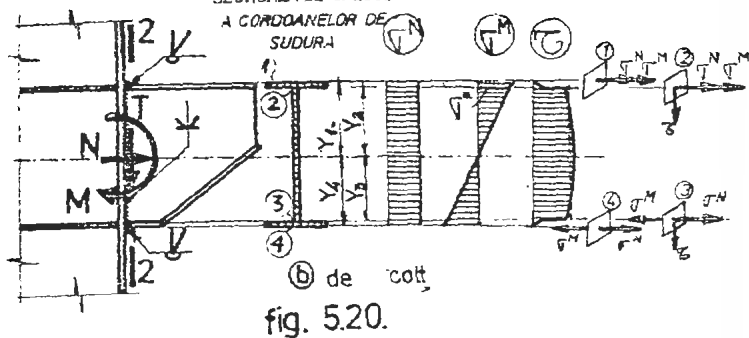


fig. 5.20.

• verificări la nivelul ①

$$\sigma^N + \sigma^M \leq R_1^s$$

în care:  $\sigma^N = \frac{N}{A_s}$ ;  $\sigma^M = \frac{M}{I_x^s} \cdot y_1$ ;  $A_s$  - aria secțiunii  
cordonelor de  
sudură

• verificări la nivelul ②

$$\sigma^N + \sigma^M \leq R_1^s$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{(\sigma^N + \sigma^M)^2 + 3\tau^2} \leq R_1^s$$

$$\sigma^N = \frac{N}{A_s}; \sigma^M = \frac{M}{I_x^s} \cdot y_2; \tau = \frac{T}{A_1}$$

$I_x^s$  - momentul de inerție  
al secțiunii cor-  
doanelor de sudură

• verificări la nivelul ③

$$\sigma^N - \sigma^M \leq R_1^s (R_0^s)$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{(\sigma^N - \sigma^M)^2 + 3\tau^2} \leq R_1^s (R_0^s)$$

$$\sigma^N = \frac{N}{A_s}; \sigma^M = \frac{M}{I_x^s} \cdot y_3; \tau = \frac{T}{A_s}$$

$A_1^s$  - aria cordonelor de  
sudură paralele cu  
forța tăietoare  
(cordonale de pe  
lățime)

• verificări la nivelul ④

$$\sigma^N - \sigma^M \leq R_1^s (R_0^s)$$

$$\sigma^N = \frac{N}{A_s}; \sigma^M = \frac{M}{I_x^s} \cdot y_4$$

f) Împinări supuse la solicitare complexă

(H; N; T; M<sub>x</sub>; M<sub>y</sub>; M<sub>r</sub>) (fig. 5.21)

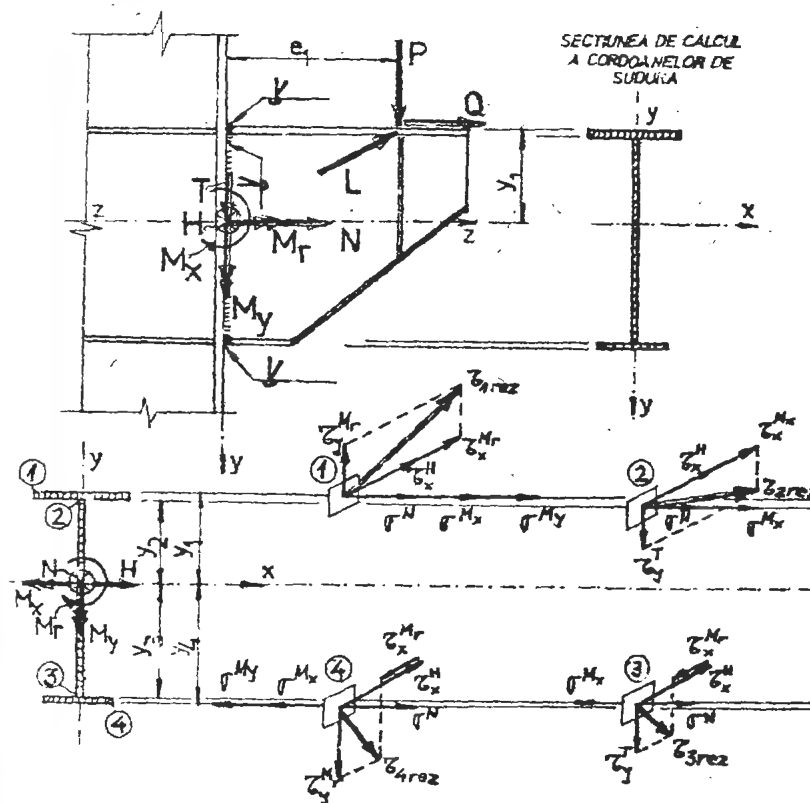


fig. 5.21.

Verificări de rezistență

$$\sigma_{ech} = \sqrt{(\sigma^N + \sigma^{Mx} + \sigma^{My})^2 + 3\tau_{irez}^2} <$$

$$\textcircled{2} \sigma_{ech} = \sqrt{(\sigma^N + \sigma^{Mx})^2 + 3\tau_{rez}^2} \leq R_1^s$$

$$\textcircled{3} \sigma_{ech} = \sqrt{(\sigma^N - \sigma^{Mx})^2 + 3\tau_{rez}^2} \leq R_1^s (R_0^s)$$

$$\textcircled{4} \sigma_{ech} = \sqrt{(\sigma^N - \sigma^{Mx} - \sigma^{My})^2 + 3\tau_{rez}^2} \leq R_1^s (R_0^s)$$

în care:

$$\sigma^N = \frac{N}{A_s} \quad A_s - \text{aria secțiunii cordoanelor de sudură}$$

$x_i$  - distanța pe direcția  $x - x$  de la centrul de greutate la punctul în care se calculează tensiunea

$$\sigma^{Mx} = \frac{M_x}{I_x} \cdot y_i \quad y_i - \text{distanța pe direcția } y - y \text{ de la centrul de greutate la punctul în care se calculează tensiunea}$$

$$\sigma^{My} = \frac{M_y}{I_y} \cdot x_i \quad x_i - \text{distanța de la centrul de greutate la punctul în care se calculează tensiunea}$$

$$\tau^{Mr} = \frac{M_r}{I_p} \cdot d_i \quad - \text{se descompune pe cele două direcții } O_x; O_y \text{ și rezultă}$$

$$\tau_x^{Mr} = \frac{M_r}{I_x + I_y} \cdot y_i; \tau_y^{Mr} = \frac{M_r}{I_x + I_y} \cdot x_i$$

$$\tau_y^T = \frac{T \cdot s}{I_x \cdot b} \quad \text{sau } \tau_y^T \text{ med} = \frac{T}{A_s}$$

$$\tau_x^H = \frac{H \cdot s}{I_y \cdot b} \quad \text{sau } \tau_x^H \text{ med} = \frac{H}{A_t}$$

$A_1^s$  - aria secțiunii cordoanelor paralele cu solicitarea (cordoanelul de sudură de pe inimă)

$A_t^s$  - aria secțiunii cordoanelor paralele cu solicitarea (cordoanelul de sudură de pe tălpi)

$$\tau_{1 rez} = \sqrt{(\tau_x^H + \tau_x^{Mr})^2 + (\tau_y^T)^2}; \tau_{2 rez} = \sqrt{(\tau_x^H - \tau_x^{Mr})^2 + (\tau_y^T)^2}$$

$$\tau_{3 rez} = \sqrt{(\tau_x^H - \tau_x^{Mr})^2 + (\tau_y^T)^2}; \tau_{4 rez} = \sqrt{(\tau_x^H + \tau_x^{Mr})^2 + (\tau_y^T)^2}$$

#### 5.4.2. Imbinări sudate în relief

Se consideră că în toate cazurile ruperea se produce în planul de grosime minimă „a” și că în acest plan se dezvoltă eforturi unitare tangențiale  $\tau$ .

a) imbinări supuse la eforturi axiale sau forță tăietoare - acționând în centrul de greutate al cordoanelor de sudură (fig.5.22)

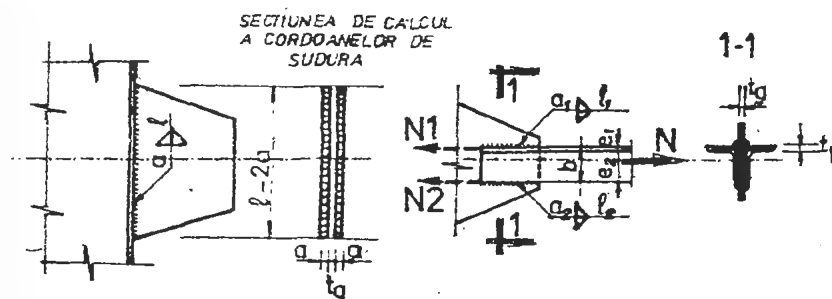


fig. 5.22.

$$\tau = \frac{N}{A_s} \leq R_f^s$$

$$A^s = 2a(l - 2a)$$

$$\tau_1 = \frac{N_1}{A_1^s} \leq R_f^s; \tau_2 = \frac{N_2}{A_2^s} \leq R_f^s$$

$$N_1 = \frac{N \cdot e_2}{b}; N_2 = \frac{N \cdot e_1}{b}$$

$$A_1^s = 2a_1(l_1 - 2a_1)$$

$$A_2^s = 2a_2(l_2 - 2a_2)$$

în care:  $R_f^s$  - rezistența de calcul la forfecare a cordoanelor de sudură în relief. Anexa 1 tabelul 1.7

b) imbinări supuse la încovoiere în plan normal pe planul cordoanelor de sudură (fig.5.23)

$$\tau = \frac{M}{I_x} \cdot y_{max} \leq R_f^s$$



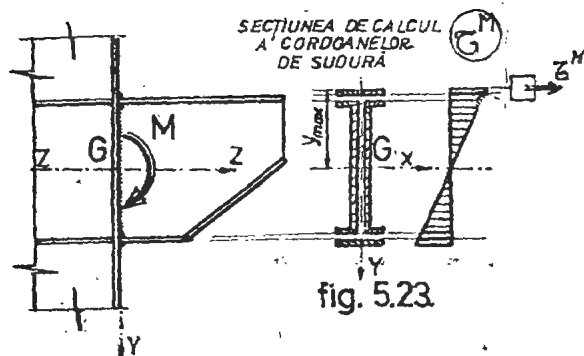


fig. 5.23

- c) îmbinări supuse la încovoiere în planul cordonelor de sudură (fig. 5.24)

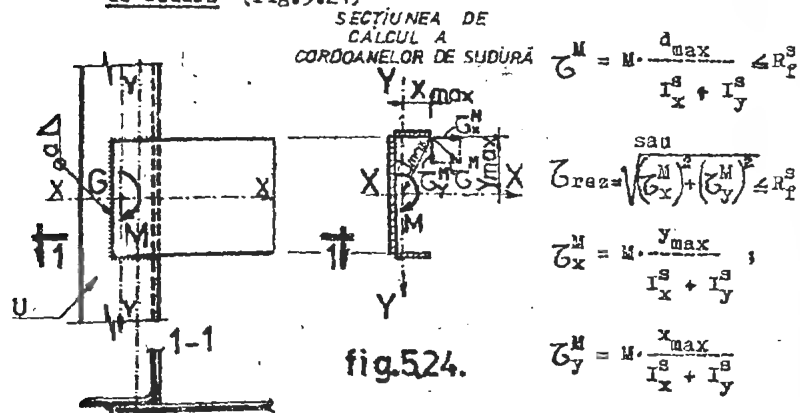


fig. 5.24.

$$\sigma^M = M \cdot \frac{d_{\max}}{I_x^s + I_y^s} \leq R_f^s$$

$$\text{sau } \sigma_{\text{rez}} = \sqrt{(\sigma_x^M)^2 + (\sigma_y^M)^2} \leq R_f^s$$

$$\sigma_x^M = M \cdot \frac{y_{\max}}{I_x^s + I_y^s}$$

$$\sigma_y^M = M \cdot \frac{x_{\max}}{I_x^s + I_y^s}$$

- d) îmbinări supuse la forță tăietoare și moment încovoietor în planul cordonelor de sudură (fig. 5.25)

$$\sigma_{\text{rez}} = \sqrt{(\sigma_x^M)^2 + (\sigma_y^M)^2} \leq R_f^s ; \sigma_x^M = M \cdot \frac{y_{\max}}{I_x^s + I_y^s}$$

$$\sigma_y^M = M \cdot \frac{x_{\max}}{I_x^s + I_y^s} \quad \tau_y^T = \frac{T}{A^s}$$

SECTIUNEA DE CALCUL A CORDOANELOR DE SUDURA

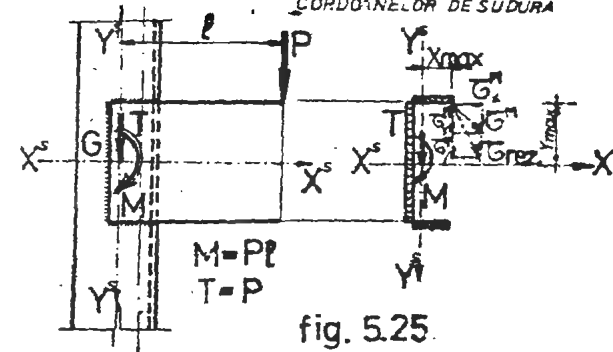


fig. 5.25

- e) îmbinări supuse la forță axială, forță tăietoare și moment încovoietor în plan normal pe planul cordonelor de sudură (fig. 5.26)

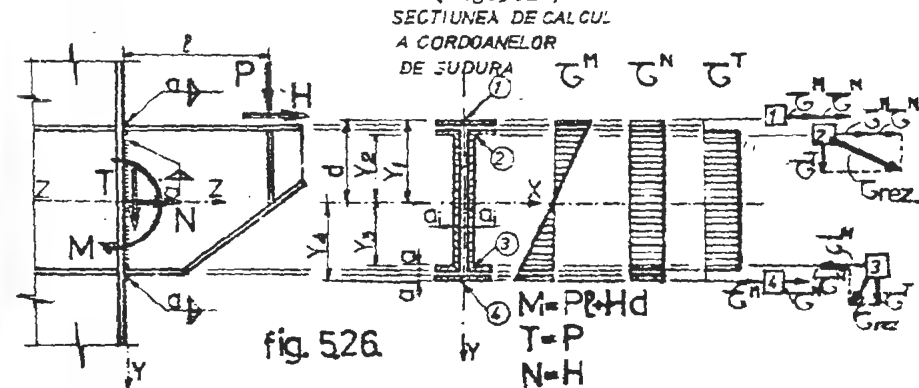


fig. 5.26

- verificări la nivelul ①

$$\sigma^M + \sigma^N \leq R_f^s ; \sigma^M = \frac{M}{I_x^s} \cdot y_1 ; \sigma^N = \frac{N}{A^s}$$

- verificări la nivelul ②

$$\sigma_{\text{rez}} = \sqrt{(\sigma^M + \sigma^N)^2 + (\tau^T)^2} \leq R_f^s$$

$$\sigma^M = \frac{M}{I_x^s} \cdot y_2 ; \sigma^N = \frac{N}{A^s} ; \tau^T = \frac{T}{A_1^s} ; A_1^s - \text{aria cordonelor de sudură de pe inimă (paralele cu forța tăietoare)}$$

• verificări la nivelul ③

$$\tau_{rez} = \sqrt{(\tau^M + \tau^N)^2 + (\tau^T)^2} \leq R_f^s; \tau^M = \frac{M}{I_x} y_3; \tau^N = \frac{N}{A_s}; \tau^T = \frac{T}{A_1}$$

• verificări la nivelul ④

$$-\tau^M + \tau^N \leq R_f^s; \tau^M = \frac{M}{I_x} y_4; \tau^N = \frac{N}{A_s}$$

f) îmbinări supuse la solicitare complexă

( $\bar{N}$ ;  $N$ ;  $T$ ;  $M_x$ ;  $M_y$ ;  $M_r$ ) fig.5.27

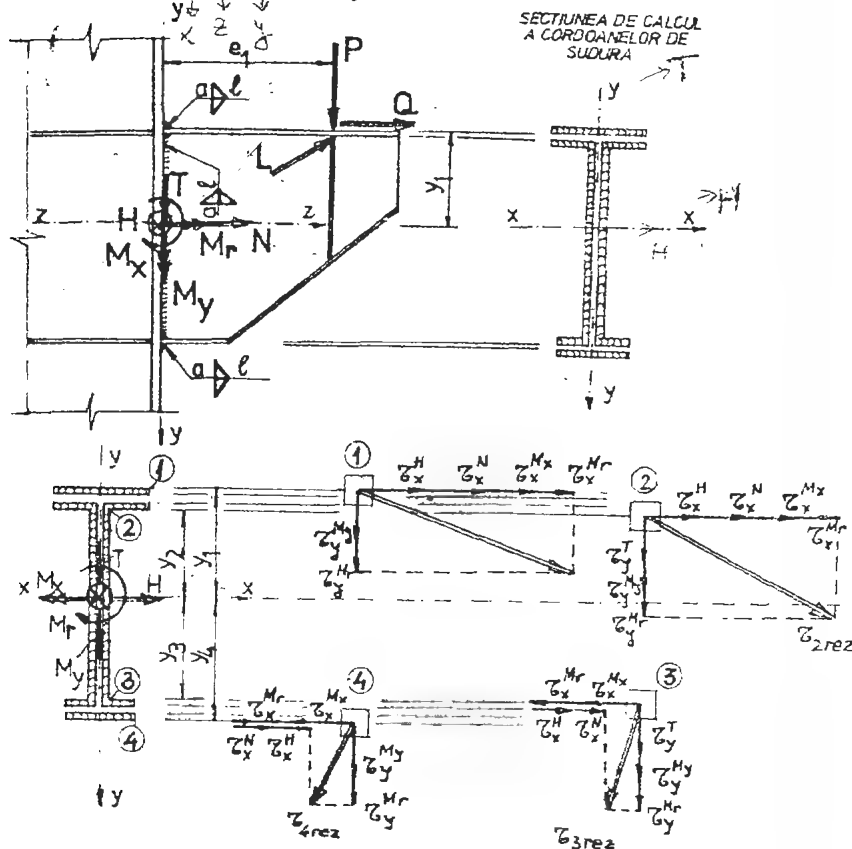


fig 527

• Verificări de rezistență

$$① \tau_{rez} = \sqrt{(\tau_x^H + \tau_x^N + \tau_x^{Mx} + \tau_x^{Mr})^2 + (\tau_y^T + \tau_y^{My} + \tau_y^{Mr})^2} \leq R_f^s$$

$$② \tau_{rez} = \sqrt{(\tau_x^H + \tau_x^N + \tau_x^{Mx} + \tau_x^{Mr})^2 + (\tau_y^T + \tau_y^{My} + \tau_y^{Mr})^2} \leq R_f^s$$

$$③ \tau_{rez} = \sqrt{(\tau_x^H + \tau_x^N + \tau_x^{Mx} - \tau_x^{Mr})^2 + (\tau_y^T + \tau_y^{My} + \tau_y^{Mr})^2} \leq R_f^s$$

$$④ \tau_{rez} = \sqrt{(\tau_x^H + \tau_x^N - \tau_x^{Mx} - \tau_x^{Mr})^2 + (\tau_y^T + \tau_y^{My})^2} \leq R_f^s$$

în care:

$$\tau_x^H = \frac{H \cdot S}{I_x \cdot b} \quad \text{sau} \quad \tau_x^H \text{ med} = \frac{H}{A_t}$$

$A_t^s$  - aria secțiunii cordonelor paralele cu solicitarea (cordonale de sudură ale tălpilor)

$$\tau_x^N = -\frac{N}{A_s}; \quad A_s - \text{aria secțiunii cordonelor de sudură}$$

$$\tau_x^{Mx} = \frac{M_x}{I_x} y_i; \quad y_i - \text{distanța pe direcția } y - y \text{ de la centrul de greutate la punctul în care se calculează tensiunea}$$

$$\tau_{Mr} = -\frac{M_r}{I_p} \cdot d_i \quad \text{se descompune pe cele două direcții } O_x; O_y \text{ și rezultă:}$$

$$\tau_x^{Mr} = \frac{M_r}{I_x^s + I_y^s} \cdot y_i; \quad \tau_y^{Mr} = \frac{M_r}{I_x^s + I_y^s} \cdot x_i$$

$d_i$  - distanța de la centrul de greutate la punctul în care se calculează tensiunea

$x_i$  - distanța pe direcția  $x - x$  de la centrul de greutate la punctul în care se calculează tensiunea

$$\tau_y^T = \frac{T \cdot S_x}{I_x \cdot b} \quad \text{sau} \quad \tau_y^T \text{ med} = \frac{T}{A_1}$$

$A_1^s$  - aria secțiunii cordonelor paralele cu solicitarea (cordonale de sudură ale inimii)

$$\tau_y^{My} = \frac{M_y}{I_y} \cdot x_i$$

### 5.4.3. Îmbinări realizate cu sudură de colț - în adâncime și de colț - în relief

- îmbinări supuse la forță axială, forță tăietoare și moment în plan perpendicular pe planul îmbinării (fig. 5.28)

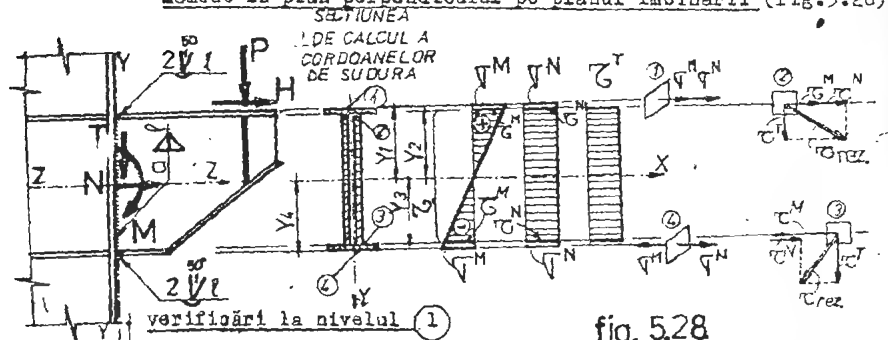


fig. 5.28

$$\sigma^N + \sigma^M \leq R_s^s$$

$$\sigma^N = -\frac{N}{A_s}; \quad \sigma^M = -\frac{M}{I_x} y_1$$

- verificări la nivelul 2

$$\tau_{rez} = \sqrt{(\tau^N + \tau^M)^2 + (\tau^T)^2} \leq R_s^s$$

$$\tau^N = \frac{N}{A_s}; \quad \tau^M = \frac{M}{I_x} y_2; \quad \tau^T = \frac{T}{A_s}$$

$A_s$  - aria secțiunii cordonelor de sudură

$A_s^s$  - aria cordonelor de sudură paralele cu forța tăietoare (cordonul de pe inimă)

- verificări la nivelul 3

$$\tau_{rez} = \sqrt{(\tau^N - \tau^M)^2 + (\tau^T)^2} \leq R_s^s$$

$$\tau^N = \frac{N}{A_s}; \quad \tau^M = \frac{M}{I_x} y_3; \quad \tau^T = -\frac{T}{A_s}$$

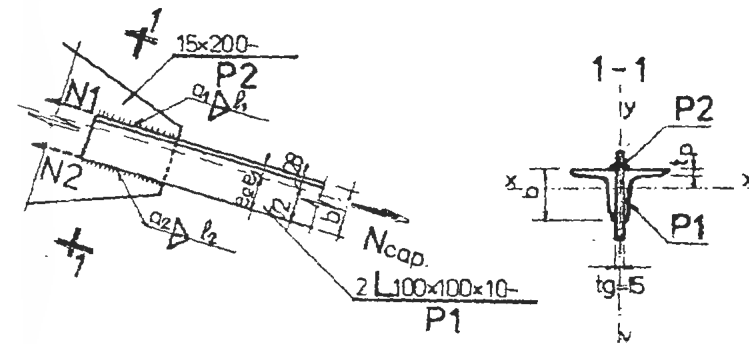
- verificări la nivelul 4

$$\sigma^N - \sigma^M \leq R_s^s \quad (\sigma_s^s), \quad \sigma^N = -\frac{N}{A_s}; \quad \sigma^M = -\frac{M}{I_x} y_4$$

## 5.5. APLICATII

### APLICATIA I

Să se dimensioneze îmbinarea sudată din figură la efortul capabil de întindere al barei;  $R = 220 \text{ N/mm}^2$  și  $R_s^s = 150 \text{ N/mm}^2$ ;  $A_{ef} = 38,4 \text{ cm}^2$



$$N_{cap} = A_{ef} \cdot R = 38,4 \cdot 10^2 \cdot 220 = 844,8 \cdot 10^3 \text{ N}; \quad N_1 + N_2 = N$$

$$N_1 = \frac{N e_2}{b}; \quad A_{1sod} = \frac{N_1}{R_s^s} = \frac{N e_2}{b \cdot R_s^s} = \frac{844,8 \cdot 10^3 \cdot 72}{100 \cdot 150} = 4055 \text{ mm}^2$$

$$N_2 = \frac{N e_1}{b}; \quad A_{2sod} = \frac{N_2}{R_s^s} = \frac{N e_1}{b \cdot R_s^s} = \frac{844,8 \cdot 10^3 \cdot 28}{100 \cdot 150} = 1577 \text{ mm}^2$$

Se propune grosimea cordonului de sudură conform punctului 5.5.2.b)

$$a_1 \leq \begin{cases} 0,85 \cdot t_p = 0,85 \cdot 10 = 8,5 \text{ mm} \\ 0,7 \cdot t = 0,7 \cdot 15 = 10,5 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow a_1 = 6 \text{ mm}$$

$$a_2 \leq \begin{cases} 0,7 \cdot t_p = 0,7 \cdot 10 = 7 \text{ mm} \\ 0,7 \cdot t = 0,7 \cdot 15 = 10,5 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow a_2 = 5 \text{ mm}$$

$$A_1^s = 2 \cdot a_1 \cdot l_1^s \Rightarrow l_1^s = \frac{A_{1sod}}{2 \cdot a_1} = \frac{4055}{2 \cdot 6} = 338 \text{ mm}$$

$$\lambda_2^B = 2 \cdot \lambda_2 \cdot \ell_2^B \Rightarrow \ell_2^B = \frac{\lambda_2^B}{2\lambda_2} = \frac{1577}{2 \cdot 5} = 158 \text{ nm}$$

$$L_1 = L_1^S + 2a_1 = 338 + 2 \cdot 6 = 350 \text{ mm}$$

$$\ell_2 = \ell_2^0 + 2a_2 = 158 + 2 \cdot 5 = 168 \text{ mm} \approx 170 \text{ mm}$$

Verificarea condițiilor constructive ale lungimilor cordoanelor de sudură

$$l_2 \begin{cases} 40 \text{ mm} \\ b = 100 \text{ mm} \\ 15a_1 = 15 \cdot 6 = 90 \text{ mm} \end{cases} \quad l_1 \geq 100 \text{ mm}$$

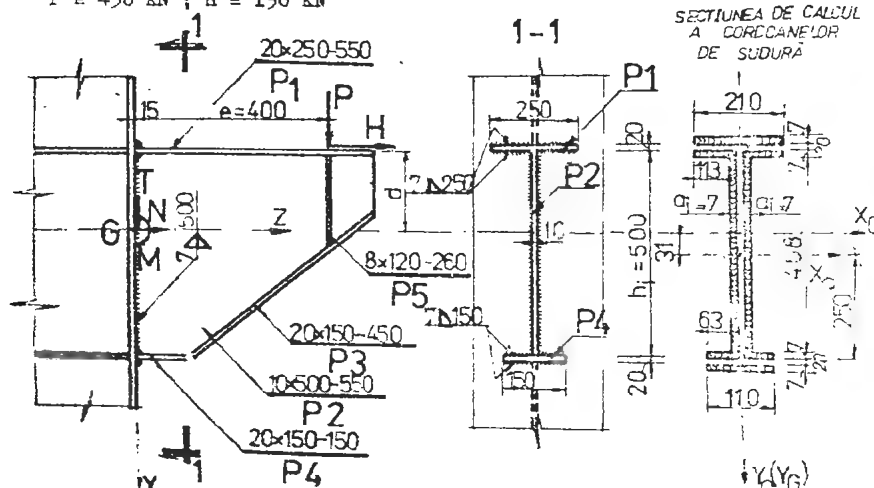
$$\dot{u}_2 \geq \begin{cases} 40 \text{ mm} \\ b = 100 \text{ mm} \\ 15a_2 = 15 \cdot 5 = 75 \text{ mm} \end{cases} \quad b_2 \geq 100 \text{ mm}$$

$$L_1 < 60 \quad a_1 = 60 \cdot 6 = 360 \text{ 個}$$

$$L_2 < 60 \text{ а}_2 = 60 \cdot 5 = 300 \text{ мм}$$

## APLICATIA II

Să se verifice prinderea cu sudură în relief a consolei de stilp. Consola este realizată din OL 37 și este solicitată la  $P = 450 \text{ KN}$  ;  $H = 150 \text{ KN}$



1) Caracteristicile geometrice ale coridoarelor de sudură

- centrul de greutate  $x_G$  ;  $y_G$  în raport cu axele  $x_0, y_0$

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n A_i x_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = 0$$

$$y_G = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot y_i}{A_1} = \frac{-0,7 \cdot (25,0 - 1,4) \cdot 27,35 - 2 \cdot 0,7 \cdot (11,3 - 0,7) \cdot 24,65 + 0,7 \cdot (25,0 - 1,4) + 2 \cdot 0,7 \cdot (11,3 - 0,7) + 2 \cdot 0,7 \cdot 50,0 + 2 \cdot 0,7 \cdot (6,3 - 0,7) \cdot 24,65 + 0,7 \cdot (15,0 - 1,4) \cdot 27,35}{0,7 \cdot (25,0 - 1,4) + 2 \cdot 0,7 \cdot (11,3 - 0,7) + 2 \cdot 0,7 \cdot 50,0 + 2 \cdot 0,7 \cdot (6,3 - 0,7) + 0,7 \cdot (15,0 - 1,4)} = \frac{-364,00}{118,75}$$

$$z = -3,06 \text{ cm} = -30,6 \text{ mm} \approx -31 \text{ mm}$$

• aria

$$A^S = 118,75 \text{ cm}^2$$

- momentul de inerție

$$I_x^B = 2 \cdot \frac{0,7 \cdot 20}{12} + 2 \cdot 0,7 \cdot 50 \cdot 3,1^2 + 0,7 \cdot (25,0 - 1,4) \cdot 24,25^2 +$$

$$+ 2 \cdot 0,7 \cdot (11,3 - 0,7) \cdot 21,55^2 + 2 \cdot 0,7 \cdot (6,3 - 0,7) \cdot 27,75^2 + 0,7 \cdot$$

$$\cdot (15,0 - 1,4) \cdot 30,45^2 = 46727 \text{ см}^4$$

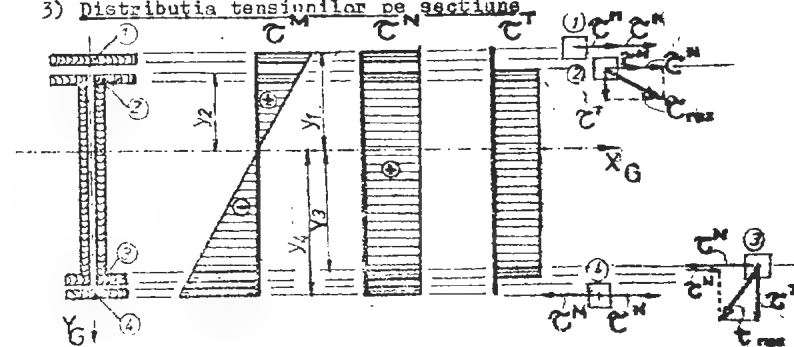
2) Reducerea forțelor în centrul de greutate al cordoanelor de sudură

$$M = P \cdot e + H \cdot d = 450 \cdot 10^3 \cdot 400 + 150 \cdot 10^3 \cdot 239 = 215,9 \cdot 10^6 \text{ Нмм}$$

$$T = \bar{P} = 450 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\overline{N} = \overline{H} = 150 \cdot 10^3 \text{ N}$$

### 3) Distribuția tensiunilor pe secțiune.



## 4) Verificări de rezistență

## • verificări la nivelul (1)

$$\sigma^M + \sigma^N \leq R_f^s$$

$$\sigma^M = \frac{M}{I_x^s} y_1 = \frac{215,9 \cdot 10^6}{46727 \cdot 10^4} \cdot 246 = 114 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N = \frac{N}{A_s} = 12,60 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^M + \sigma^N = 114 + 12,60 = 126,6 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

## • verificări la nivelul (2)

$$\sigma_{rez} = \sqrt{(\sigma^M + \sigma^N)^2 + (\sigma^T)^2} \leq R_f^s$$

$$\sigma^M = \frac{M}{I_x^s} y_2 = \frac{215,9 \cdot 10^6}{46727 \cdot 10^4} \cdot 219 = 101 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N = \frac{N}{A_s} = 12,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^T = \frac{T}{2 \cdot a_1 \cdot h_1} = \frac{450 \cdot 10^3}{2 \cdot 7 \cdot 500} = 64 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{rez} = \sqrt{(101 + 12,6)^2 + 64^2} = 130 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

## • verificări la nivelul (3)

$$\sigma_{rez} = \sqrt{(\sigma^M + \sigma^N)^2 + (\sigma^T)^2} \leq R_f^s$$

$$\sigma^M = -\frac{M}{I_x^s} y_3 = -\frac{215,9 \cdot 10^6}{46727 \cdot 10^4} \cdot 281 = 130 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N = 12,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^T = 64 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{rez} = \sqrt{(-130 + 12,6)^2 + 64^2} = 134 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

## • verificări la nivelul (4)

$$-\sigma^M + \sigma^N \leq R_f^s$$

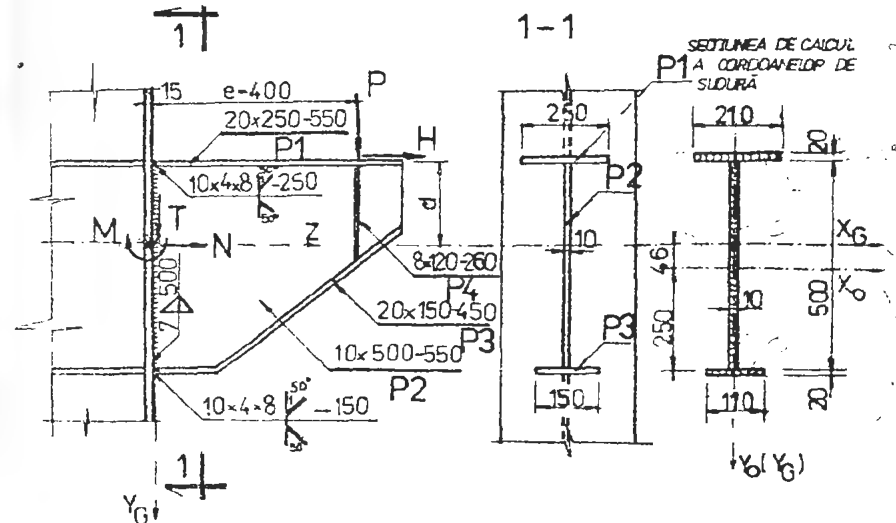
$$\sigma^M = -\frac{M}{I_x^s} y_4 = -\frac{215,9 \cdot 10^6}{46727 \cdot 10^4} \cdot 308 = 142 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N = \frac{N}{A_s} = \frac{120 \cdot 10^3}{118,75 \cdot 10^2} = 12,60 \text{ N/mm}^2$$

$$-\sigma^M + \sigma^N = -142 + 12,60 = -129,4 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

## APLICAȚIA III

Să se verifice îmbinarea cu sudură în adâncime a consolei de stîlp. Consola este realizată din OL 37 și este solicitată la  $P = 450 \text{ kN}$ ;  $H = 150 \text{ mm}$ .



## 1) Caracteristicile geometrice ale cordonelor de sudură

• Căutarea de greutate  $x_G$ ;  $y_G$ 

$$x_G = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i} = 0$$

$$y_G = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i} = \frac{-2 \cdot (25 - 2 \cdot 2) \cdot 26 + 2 \cdot (15 - 2 \cdot 2) \cdot 26}{2 \cdot (25 - 2 \cdot 2) + 2 \cdot (15 - 2 \cdot 2) + 1 \cdot 50}$$

$$= -\frac{520}{114} = -4,56 \text{ cm} \approx 46 \text{ mm}$$

• aria  
 $A^s = 114 \text{ cm}^2$

• momentul de inerție  

$$I_Y^s = \frac{1 \cdot 50^3}{12} + 1 \cdot 50 \cdot 4,6^2 + 2(25-2 \cdot 2) \cdot 21,4^2 + 2(15-2 \cdot 2) \cdot 30,6^2 = 51309 \text{ cm}^4$$

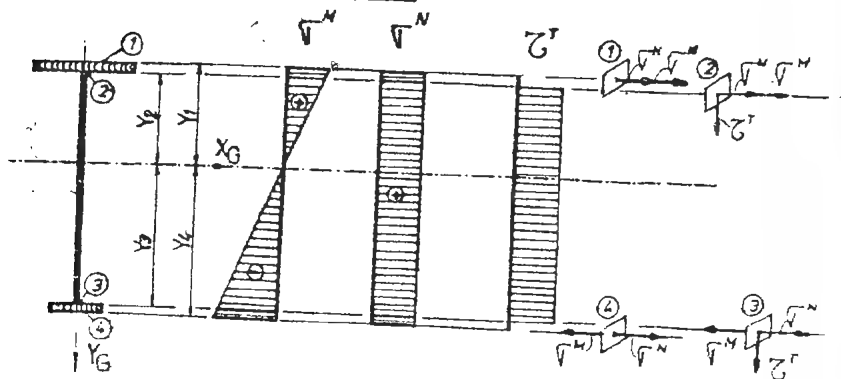
2) Reducerea forțelor în centrul de greutate al cordoanelor de sudură

$$M = P_e + H \cdot d = 450 \cdot 10^3 \cdot 400 + 150 \cdot 10^3 \cdot 224 = 213,6 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$T = P = 450 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$V = H = 150 \cdot 10^3 \text{ N}$$

3) Distribuția tensiunilor



4) Verificări de rezistență

• verificări la nivelul 1

$$\sigma^N + \sigma^M \leq R_1^s$$

$$\sigma^N = \frac{150 \cdot 10^3}{114 \cdot 10^2} = 13,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^M = \frac{213,6 \cdot 10^6}{51309 \cdot 10^4} \cdot 224 = 93,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N + \sigma^M = 13,2 + 93,25 = 106 \text{ N/mm}^2 < R_1^s = 170 \text{ N/mm}^2$$

• verificări la nivelul 2

$$\sigma^N + \sigma^M \leq R_1^s$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{(\sigma^N + \sigma^M)^2 + 3\tau^2} \leq R_1^s$$

$$\sigma^N = 13,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^M = \frac{213,6 \cdot 10^6}{51309 \cdot 10^4} \cdot 204 = 84,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N + \sigma^M = 13,2 + 84,9 = 98 \text{ N/mm}^2 < R_1^s = 175 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{b \cdot t_f} = \frac{450 \cdot 10^3}{10 \cdot 500} = 90 \text{ N/mm}^2 < R_1^s = 130 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{(13,2 + 84,9)^2 + 3 \cdot 90^2} = 174 \text{ N/mm}^2 < R_1^s = 175 \text{ N/mm}^2$$

• verificări la nivelul 3

$$\sigma^N - \sigma^M \leq R_1^s (R_0^s)$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{(\sigma^N - \sigma^M)^2 + 3\tau^2} \leq R_1^s (R_0^s)$$

$$\sigma^N = 13,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^M = \frac{213,6 \cdot 10^6}{51309 \cdot 10^4} \cdot 296 = 123 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N - \sigma^M = 13,2 - 123 \text{ N} = -110 \text{ N/mm}^2 < R_0^s = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 90 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{(13,2 - 123)^2 + 3 \cdot 90^2} = 191 \text{ N/mm}^2 < R_0^s = 210 \text{ N/mm}^2$$

• verificări la nivelul 4

$$\sigma^N - \sigma^M \leq R_0^s$$

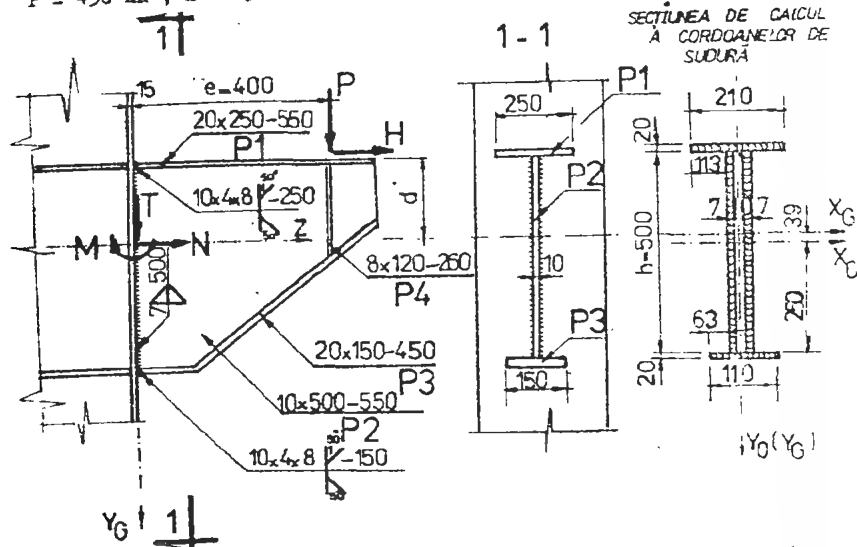
$$\sigma^N = 13,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^M = \frac{213,6 \cdot 10^6}{51309 \cdot 10^4} \cdot 316 = 132 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N - \sigma^M = 13,2 - 132 = -118,8 \text{ N/mm}^2 < \sigma_0^s = 210 \text{ N/mm}^2$$

#### APLICATIA IV

Să se verifice îmbinarea cu sudură în adâncime și în relief  
 $P = 450 \text{ kN}$ ;  $H = 150 \text{ kN}$ . Piasele sunt executate din OL 37



#### 1) Caracteristicile geometrice ale cordonelor de sudură

• centrul de greutate  $x_G$ ;  $y_G$

$$x_G = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i} = 0$$

$$y_G = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i} = \frac{-2 \cdot (25-2 \cdot 2) \cdot 26 + 2 \cdot (15-2 \cdot 2) \cdot 26}{2 \cdot (25-2 \cdot 2) + 2 \cdot (15-2 \cdot 2) + 2 \cdot 0,7 \cdot 50} = \frac{-520}{134} = -3,88 \text{ cm} \approx -39 \text{ mm}$$

• aria

$$A^s = 134 \text{ cm}^2$$

• momentul de inerție

$$I_x^s = 2 \cdot \frac{0,7 \cdot 50^3}{12} + 0,7 \cdot 50 \cdot 3,9^2 + 2(25-2 \cdot 2) \cdot 22,1^2 + 2(15-2 \cdot 2) \cdot 29,9^2 = 55829 \text{ cm}^4$$

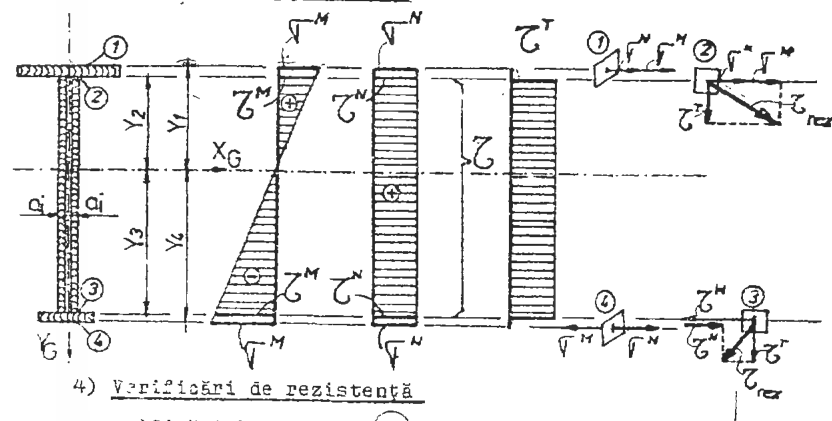
#### 2) Reducerea forțelor în centrul de greutate al cordonelor de sudură

$$M = P_e + H \cdot d = 450 \cdot 10^3 \cdot 400 + 150 \cdot 10^3 \cdot 231 = 214,65 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$T = P = 450 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N = H = 150 \cdot 10^3 \text{ N}$$

#### 3) Distribuția tensiunilor



#### 4) Verificări de rezistență

• verificări la nivelul (1)

$$\sigma^N + \sigma^M \leq R_1^s$$

$$\sigma^N = \frac{N}{A^s} = \frac{150 \cdot 10^3}{134 \cdot 10^2} = 11,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^M = \frac{M}{I_x^s} \cdot y_1 = \frac{214,65 \cdot 10^6}{55829 \cdot 10^4} \cdot 231 = 88,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N + \sigma^M = 11,2 + 88,8 = 100 \text{ N/mm}^2 < R_1^s = 170 \text{ N/mm}^2$$

• verificări la nivelul (2)

$$\sigma^N + \sigma^M \leq R_2^s$$

$$\tau^M = 11,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^M = \frac{M}{I_x} y_2 = \frac{214,65 \cdot 10^6}{55829 \cdot 10^4} \cdot 211 = 81,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^M + \tau^T = 11,2 + 81,2 = 92,4 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{res}} = \sqrt{(\tau^M + \tau^T)^2 + (\tau^T)^2} \leq R_f^s$$

$$\tau^T = \frac{T}{A_1} = \frac{450 \cdot 10^3}{2 \cdot 7 \cdot 500} = 64,29 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{res}} = \sqrt{(11,2 + 81,2)^2 + 64,29^2} = 113 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

• verificări la nivelul (3)

$$\tau^M - \tau^T < R_f^s$$

$$\tau^M = 11,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^M = \frac{M}{I_x} y_3 = \frac{214,65 \cdot 10^6}{55829 \cdot 10^4} \cdot 289 = 111 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^M - \tau^T = 11,2 - 111 = -99,8 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{res}} = \sqrt{(\tau^M - \tau^T)^2 + (\tau^T)^2} \leq R_f^s$$

$$\tau^T = 64,29 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{res}} = \sqrt{(11,2 - 111)^2 + 64,29^2} = 119 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

• verificări la nivelul (4)

$$\tau^M - \tau^T < R_f^s (R_o^s)$$

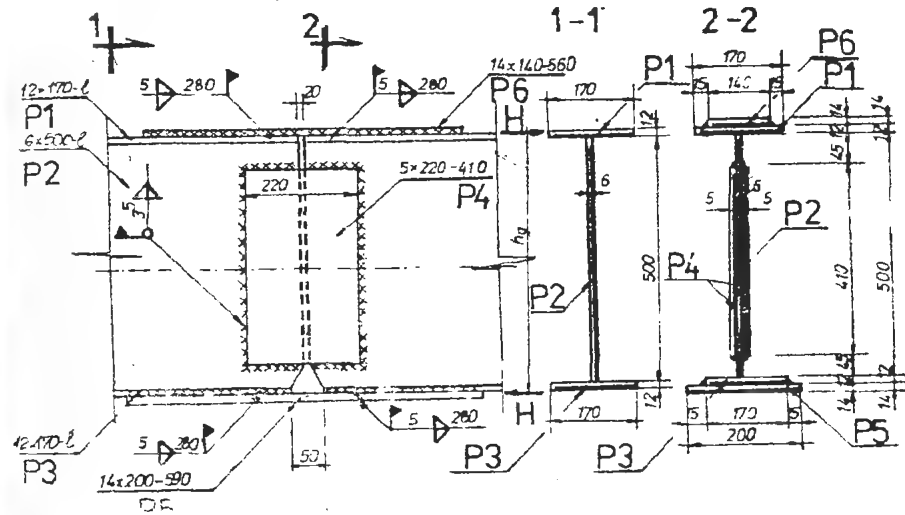
$$\tau^M = 11,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^M = \frac{214,65 \cdot 10^6}{55829 \cdot 10^4} \cdot 309 = 119 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^M - \tau^T = 11,2 - 119 = -108 \text{ N/mm}^2 < R_o^s = 210 \text{ N/mm}^2$$

### APLICATIA V

Să se verifice îmbinarea de montaj cu sudură în relief a unei grinzi realizată din OL 52. Eforturile de calcul din sec. 1-1-1 una de îmbinare sînt  $M = 350 \text{ kNm}$ ;  $T = 30 \text{ kN}$ ;  $N = 20 \text{ kN}$



1) Caracteristicile geometrice ale secțiunii grinzii

• momentul de inerție

$$I_x = \frac{0,6 \cdot 20^3}{12} + 2 \cdot 1,2 \cdot 17 \cdot \frac{50 + 1,2^2}{2} = 6250 + 26739 = 32989 \text{ cm}^4$$

$I_x = I_1 + I_2$ ;  $I_1$  = momentul de inerție al inimii  
 $I_2$  = momentul de inerție al tălpilor în raport cu centrul de greutate al secțiunii

• aria

$$A = 0,6 \cdot 50 + 2 \cdot 1,2 \cdot 17 = 70,8 \text{ cm}^2$$

2) Distribuția eforturilor

$$\xi = \frac{I_t}{I_1 + I_2} = \frac{26739}{32989} = 0,81; \quad \eta = \frac{A_t}{A_1 + A_2} = \frac{40,8}{70,8} = 0,58$$



$$\beta = \frac{I_1}{I_t + I_1} = \frac{6250}{32989} = 0,19; \quad \delta = \frac{A_1}{A_t + A_1} = \frac{20}{70,8} = 0,42$$

• efort preluat de tălpi

$$M_t = \delta M = 0,81 \cdot 350 = 283,5 \text{ KNm}$$

$$N_t = \gamma N = 0,38 \cdot 20 = 11,6 \text{ KN}$$

• efort preluat de inimă

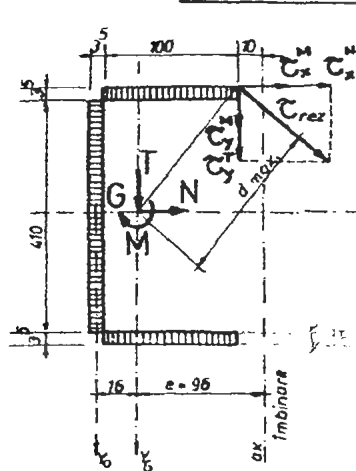
$$M_1 = \beta M = 0,19 \cdot 350 = 66,50 \text{ KNm}$$

$$N_1 = \delta N = 0,42 \cdot 20 = 8,4 \text{ KN}$$

$$T_1 = T = 30 \text{ KN}$$

3) Imbinarea cu sudură în relief de pe inimă

3.1. Caracteristicile geometrice ale cordoanelor de sudură



$$x_0 = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i} = \frac{2 \cdot 0,35 \cdot (10,0 - 0,35) \cdot 5}{2 \cdot 0,35 \cdot (10,0 - 0,35) + 20,7^2} = \frac{23,28}{21,1} = 1,1 \text{ cm} \approx 10 \text{ mm}$$

• aria sudurii

$$A^s = 21,1 \text{ cm}^2$$

• momente de inerție

$$I_x^s = 0,35 \cdot 41^3 + 2 \cdot 0,35 \cdot (10 - 0,35) \cdot 20,7^2 = 4905 \text{ cm}^4$$

$$I_y^s = 0,35 \cdot 41 \cdot 1,6^2 + 2 \cdot 0,35 \cdot (10 - 0,35)^2 + 0,35(10 - 0,35) \cdot 3,4^2 = 128 \text{ cm}^4$$

3.2. Reducerea eforturilor în centrul de greutate al cordoanelor de sudură (pentru o celisă)

$$M_1^s = \frac{M_1 + T_1 \cdot e}{2} = \frac{66,5 + 30 \cdot 0,13}{2} = 35,2 \text{ KNm}$$

$$T_1^s = \frac{T_1}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ KN}; \quad N_1^s = \frac{N_1}{2} = \frac{8,4}{2} = 4,2 \text{ KN}$$

3.3. Verificările de rezistență

$$\sigma_{rez} = \sqrt{\left(\frac{M_x}{I_x} + \frac{N}{A}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{I_y} + \frac{T}{A}\right)^2} \leq R_p^s$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{I_x} \cdot \frac{y_{max}}{I_x + I_y} = \frac{35,2 \cdot 10^6}{(4905 + 128) \cdot 10^4} = 146 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{I_y} \cdot \frac{x_{max}}{I_x + I_y} = \frac{35,2 \cdot 10^6}{(4905 + 128) \cdot 10^4} = 67 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_x^N = \frac{N_1^s}{A^s} = \frac{4,2 \cdot 10^3}{21,1 \cdot 10^2} = 2,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_y^T = \frac{T_1^s}{A^s} = \frac{15 \cdot 10^3}{21,1 \cdot 10^2} = 7,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{rez} = \sqrt{(146 + 2,0)^2 + (67 + 7,1)^2} = 165 \text{ N/mm}^2 < R_p^s = 210 \text{ N/mm}^2$$

4. Imbinarea cu sudură în relief a tălpoilor

$$N_t^s = H + N_t$$

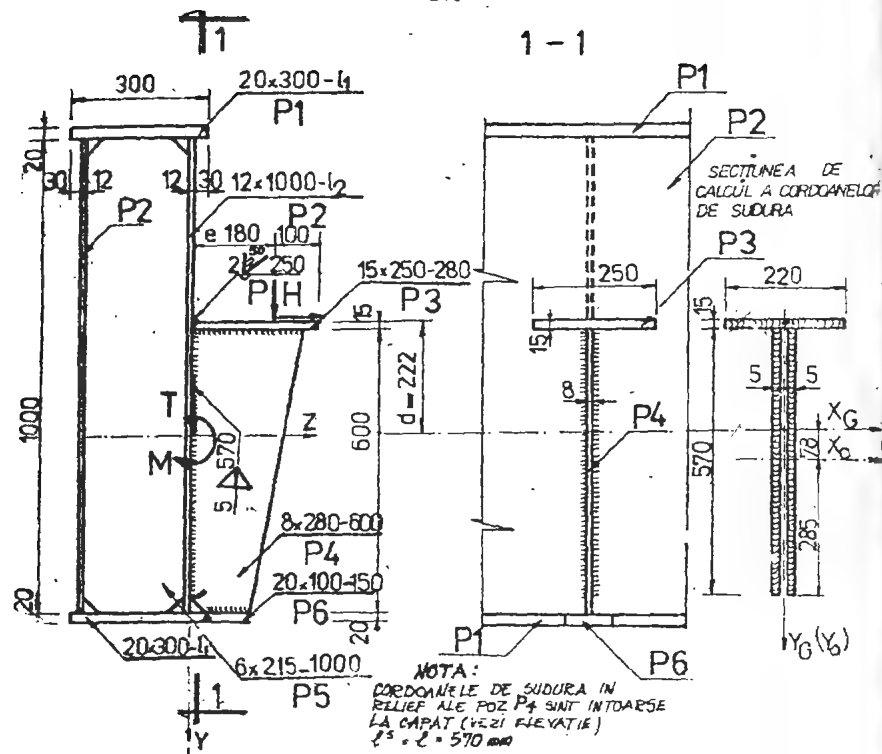
$$H = \frac{M_t}{b_g} = \frac{283,5}{0,524} = 541 \text{ KN}$$

$$N_t^s = 541 + 11,6 = 553 \text{ KN}$$

$$\sigma = \frac{N_t^s}{A^s} = \frac{553 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot (260 - 2 \cdot 0,5)} = 205 \text{ N/mm}^2 < R_p^s = 210 \text{ N/mm}^2$$

#### APLICATIA VI

Se va verifica prinderea cu sudură a scadelui de grinda cu secțiune șaseon din figură, scadelul este solicitat la încărcările de calcul  $P = 450 \text{ KN}$  și  $H = 100 \text{ KN}$ . Grinda și scadelul sînt realizate din oțel OL 37.



### 1) Caracteristicile geometrice ale cordonelor de sudură

• centrul de greutate  $x_G; y_G;$

$$x_G = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i} = 0; y_G = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i} = \frac{-(25-2 \cdot 1,5) \cdot 1,5 \cdot 22,25}{(25-2 \cdot 1,5) \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 57} = -7,8 \text{ cm}$$

• aria

$$A^s = 12,4 \text{ cm}^2$$

• momentul de inerție

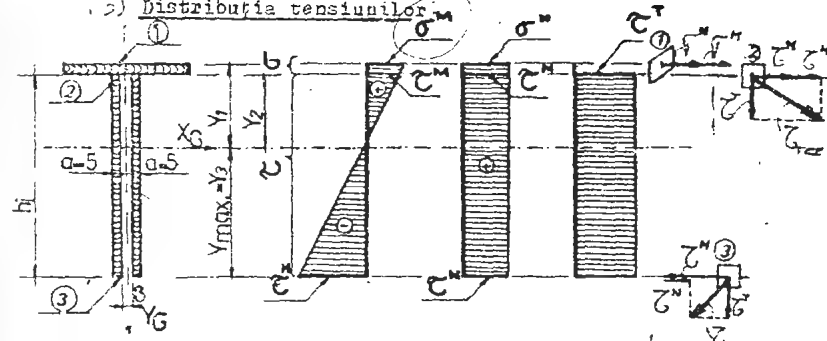
$$I_x = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 57^3}{12} + 0,5 \cdot 57 \cdot 7,8^2 + (25-2 \cdot 1,5) \cdot 1,5 \cdot 21,45^2 = 34083 \text{ cm}^4$$

### 2) Reducerea forțelor în centrul de greutate al cordonelor de sudură

$$M = P \cdot e + H \cdot d = 450 \cdot 10^3 \cdot 180 + 100 \cdot 10^3 \cdot 222 = 103,2 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$T = P = 450 \cdot 10^3 \text{ N}; N = H = 100 \cdot 10^3 \text{ N}$$

### 3) Distribuția tensiunilor



### 4) Verificări de rezistență

• verificări la nivelul (1)

$$\sigma^N + \tau^M \leq R_s^s$$

$$\sigma^N = \frac{N}{A^s} = \frac{100 \cdot 10^3}{124 \cdot 10^2} = 8 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^M = \frac{M}{I_x^s \cdot y_1} = \frac{103,2 \cdot 10^6}{34083 \cdot 10^4} \cdot 222 = 71,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^N, \tau^M = 8 + 71,8 = 79,8 \text{ N/mm}^2 < R_s^s = 170 \text{ N/mm}^2$$

• verificări la nivelul (2)

$$\sigma_{rez} = \sqrt{(\sigma^N + \tau^M)^2 + (\tau^T)^2} \leq R_p^s$$

$$\sigma^N = 8 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^M = \frac{103,2 \cdot 10^6}{34083 \cdot 10^4} \cdot 222 = 67,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{med}^T = \frac{T}{A_1^s} = \frac{450 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 600} = 75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{rez} = \sqrt{(8 + 67,2)^2 + (75)^2} = 106 \text{ N/mm}^2 < R_p^s = 150 \text{ N/mm}^2$$

• verificări la nivelul (3)

$$\sigma_{rez} = \sqrt{(\sigma^N - \tau^M)^2 + (\tau^T)^2} \leq R_p^s$$

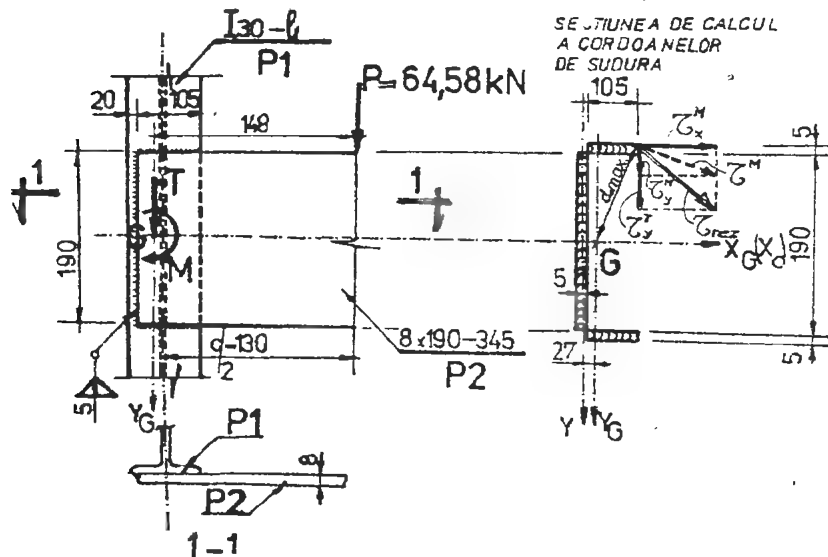
$$\sigma^N = 8 \text{ N/mm}^2; \tau^M = \frac{103,2 \cdot 10^6}{34083 \cdot 10^4} \cdot 578 = 114 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^T = 75 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{rez}} = \sqrt{(8 - 114)^2 + (75)^2} = 130 \text{ N/mm}^2 < R_{\tau}^a = 150 \text{ N/mm}^2$$

### APLICATIA VII

Să se verifice prinderea cu sudură a plăcuței de solidarizare a unui stîlp realizat din elemente mult depărtate, solicitat la compresie centrică, dimensionat la Cap.3 Aplicația IV



#### 1) Caracteristicile geometrice ale cordoanelor de sudură

• centrul de greutate  $x_G$ ;  $y_G$

$$x_G = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i} = \frac{2(105-5) \cdot 5 \cdot 22,5}{190 \cdot 5 + 2(105-5) \cdot 5} = \frac{22500}{1950} = 26,9 \text{ mm} \approx 2,7 \text{ cm}$$

$$y_G = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i} = 0$$

• aria

$$A_s = 1950 \text{ mm}^2$$

• momentul de inerție

$$I_x = \frac{0,5 \cdot 19^3}{12} + 2 \cdot (10,5 - 0,5) \cdot 0,5 \cdot 9,75^2 = 1236 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 2 \cdot \frac{0,5(10,5 - 0,5)^3}{12} + 2 \cdot 0,5(10,5 - 0,5) \cdot 2,55^2 + 0,5 \cdot 19 \cdot 2,7^2 = 218 \text{ cm}^4$$

#### 2) Reducerea forțelor în centrul de greutate al cordoanelor de sudură

$$M = P \cdot e = 64,58 \cdot 10^3 \cdot 148 = 9558 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$$

$$T = P = 64,5 \cdot 10^3 \text{ N}$$

#### 3) Verificările de rezistență

$$\tau_x^M = \frac{M}{I_x + I_y} \cdot y_{\text{max}} = \frac{9558 \cdot 10^3}{(1236 + 218) \cdot 10^4} \cdot 100 = 65,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_y^M = \frac{M}{I_x + I_y} \cdot x_{\text{max}} = \frac{9558 \cdot 10^3}{(1236 + 218) \cdot 10^4} \cdot 75,5 = 49,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_y^T = \frac{T}{A_s} = \frac{64,58 \cdot 10^3}{1950} = 33 \text{ N/mm}^2$$

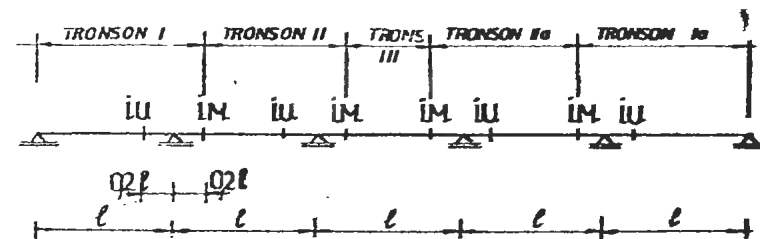
$$\tau_{\text{rez}} = \sqrt{(\tau_x^M)^2 + (\tau_y^M + \tau_y^T)^2} = \sqrt{65,7^2 + (49,6 + 33)^2} = 105 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{rez}} < R_{\tau}^a = 150 \text{ N/mm}^2$$

### APLICATIA VIII

Să se verifice îmbinarea de uzină realizată cu sudură în adâncime a unei grinzi continue. Sudura este executată cu piese de prelungire, semiautomat și verificată prin mijloace fizice.

Grinda este executată din OL 52. Eforturile de calcul din secțiunea care se îmbină sînt  $M = 2000 \text{ kNm}$  și  $T = 500 \text{ kN}$



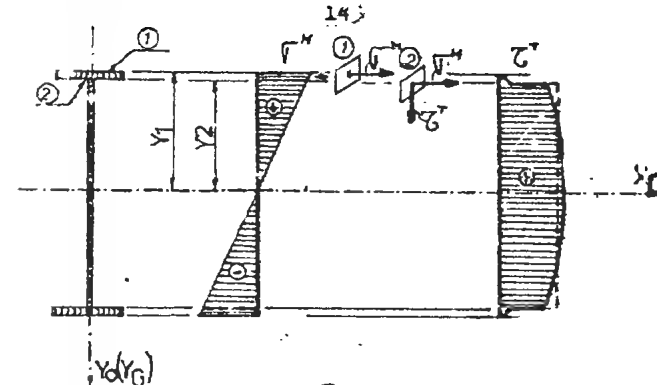
IMBINARE DE UZINA  
IMBINARE DE MONTAJ

- centrul de greutate  $x_G = y_G = 0$

- $$A^g = 0,8 \cdot 100 + 2 \cdot 27 \cdot 2 = 188 \text{ cm}^2$$

- $$I_x = \frac{0.8 \cdot 100^3}{12} + 2 \cdot 27 \cdot 2.51^2 = 348 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

- Verificările de rezistență



- $$\sigma^M = \frac{M}{I} y_1 = \frac{2000 \cdot 10^6}{348 \cdot 10^7} \cdot 520 = 299 \text{ N/mm}^2 < R_1^s = 300 \text{ N}$$

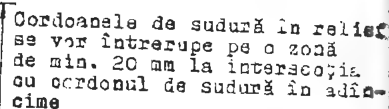
- $$\sigma^M = \frac{M}{I} y_2 = \frac{2000 \cdot 10^6}{348 \cdot 10^7} \cdot 500 = 287 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau^T = \frac{T}{A_1} = \frac{540 \cdot 10^3}{8 \cdot 1000} = 67,5 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{\text{ech}} = \sqrt{(v^M)^2 + 3(v^T)^2} = \sqrt{287^2 + 3 \cdot 67,5^2} = 310 \text{ km/h} = 315 \text{ N/mm}^2$$

APLICATIA IX

Să se verifice îmbinarea de uzină realizată cu sudură în adâncime a tălpilor unei grinzi continue. Sudura este executată manual și nu este controlată prin mijloace fizice. Grinda este executată din OL 52. Eforturile de calcul din secțiunea care se îmbină sunt  $M = 2000 \text{ KNm}$  și  $T = 540 \text{ KN}$



- aria

## 2) Distribuția eforturilor

$$\mathcal{L} = \frac{I_t}{I_1 + I_t}$$

$$I_t = 2 \cdot 2 \cdot 27 \cdot 51^2 = 280908 \text{ cm}^4$$

$$I_1 = \frac{0.8 \cdot 100^3}{12} = 66700 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \frac{280908}{280908 + 66700} = 0,808$$

$$\frac{I_1 + I_2}{I_1 + I_2} = \frac{66700}{347608} = 0,192$$

Efortul preluat de tălpi  $M_t = \alpha \cdot M = 0,808 \cdot 2000 = 1616 \text{ KNm}$

Efortul preluat de inimă  $M_1 = \beta M = 0,192 \cdot 2000 = 384 \text{ KNm}$   
 $T_1 = T = 540 \text{ KN}$

### 3) Verificarea îmbinării sudate

$$H = \frac{M_t}{h_{jt}} = \frac{1616 \cdot 10^6}{1020} = 1584 \cdot 10^3 \text{ N} = 1584 \text{ KN}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{\frac{H}{A_s}}{2} = \frac{\frac{1584 \cdot 10^3}{92 \cdot 10^2}}{2} = 344 \text{ N/mm}^2$$

$R_1^s = 240 \text{ N/mm}^2$  la talpa superioară (întindere)  
 $R_0^s = 300 \text{ N/mm}^2$  la talpa inferioară (compresiune)

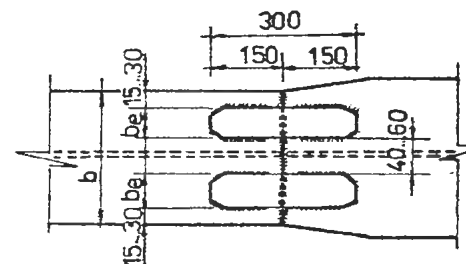
Pentru preluarea diferenței dintre efortul efectiv din sudură și capacitatea ei portantă se vor prevedea eclise sudate în relief pe tălpi. Constructiv se prevăd aceleași eclise pe ambele tălpi.

$$N_{\text{cap}} = \frac{A_s}{2} \cdot R_1^s = \frac{9200}{2} \cdot 240 = 1104 \text{ KN (al unui cordon de sudură)}$$

$$N = H - N_{\text{оap}} = 1584 - 1104 = 480 \text{ KN}$$

• Dimensionarea ecliselor

$$A_{\text{geo}} = \frac{N}{R} = \frac{480 \cdot 10^3}{315} = 1524 \text{ mm}^2$$



Constructiv  $b_s = \frac{b - (30 \dots 50) - (40 \dots 50)}{2}$

$$b_s = \frac{270 - 40 - 50}{2} = 90 \text{ mm}$$

$$t_s = \frac{a \cdot l}{b_s} = \frac{1524}{2 \cdot 90} = 8,47 \text{ mm} \Rightarrow t_s = 10 \text{ mm}; \ell^s = \frac{N}{4 \cdot a \cdot R_p} + 2a$$

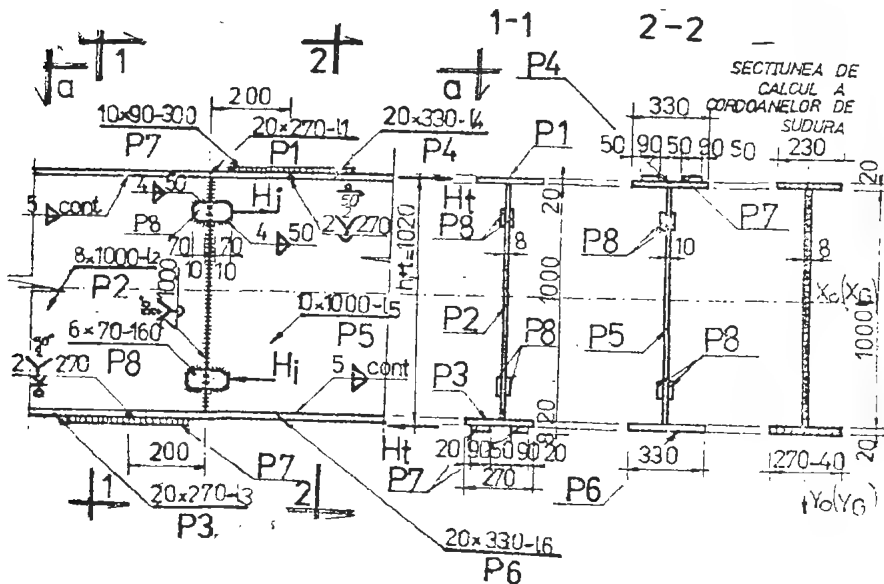
$$\text{Aleg } a \leq 0,7 t_{\min}; a = 5 \text{ mm}; \ell^s = \frac{480 \cdot 10^3}{4 \cdot 5 \cdot 210} + 2 \cdot 5 = 124,3 \text{ mm} \Rightarrow \ell^s = 125 \text{ mm}$$

Rolisa va fi 10x90-300 din OL 52

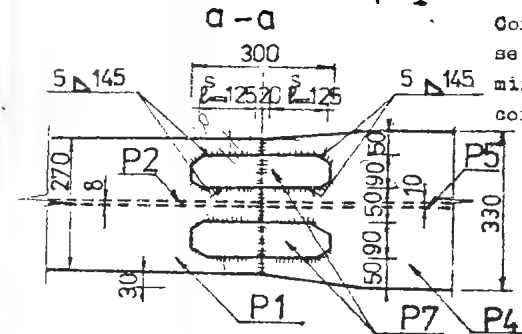
O astfel de îmbinare se recomandă a se evita prin concepția de proiectare și măsuri constructive.

#### APLICATIA X

Să se rezolve îmbinarea de uzină a grinzii din APLICATIA VIII în situația în care sudura este executată manual, fără piese de prelungire și necontrolată prin mijloace fizice; caz în care rezistența de calcul se reduce cu 25 % (vezi Anexa 1, tabelul 1.7). O astfel de situație se recomandă a se evita prin concepția de proiectare și măsuri constructive.



Aceleași rezistențe de calcul se consideră și în cazul sudurilor controlate prin mijloace fizice însă la control au rezultat defecțiunile cordoanelor de sudură.



Cordonele de sudură în relief se vor întrerupe pe o zonă de minim 20 mm la intersecția cu cordoanul înșurub în adâncime

1) Caracteristicile geometrice ale cordoanelor de sudură

• centrul de greutate  $x_G = y_G = 0$

$$A^s = 2 \cdot 2 \cdot (27 - 4) + 0,8 \cdot 100 = 172 \text{ cm}^2$$

• momentele de inerție

$$I_x = \frac{0,8 \cdot 100^3}{12} + 2 \cdot 2 \cdot (27 - 4) \cdot 51^2 = 306 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

2) Verificările de rezistență

2.1. Verificări la nivelul 1

$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot y_1 = \frac{2000 \cdot 10^2}{306 \cdot 10^3} \cdot 520 = 340 \text{ N/mm}^2$$

$R_1^s = 240 \text{ N/mm}^2$  la talpa superioară (întindere)  
 $R_0^s = 300 \text{ N/mm}^2$  la talpa inferioară (compresiune)

Efortul maxim depășește cu 29,4 % rezistența de calcul, diferență ce va fi preluată cu ajutorul ecliselor. Constructiv se prevăd aceleași eclise pe ambele tălpi.

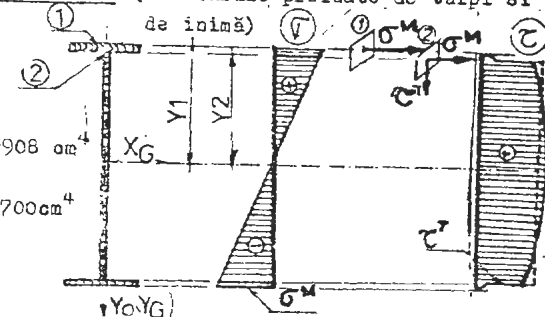
a) Distribuția eforturilor (eforturile preluate de tălpi și de inimă)

$$\alpha = \frac{I_t}{I_1 + I_t} = 0,808$$

$$I_t = 2 \cdot 2 \cdot 27 \cdot 51^2 = 280908 \text{ cm}^4$$

$$I_1 = \frac{0,8 \cdot 100^3}{12} = 66700 \text{ cm}^4$$

$$\frac{I_t}{I_1 + I_t} = 0,192$$



Efortul preluat de tălpi  $M_t = \alpha \cdot M = 1616 \text{ KNm}$

Efortul preluat de inimă  $\begin{cases} M_1 = \beta M = 384 \text{ KNm} \\ T_1 = T = 540 \text{ KNm} \end{cases}$

b) Dimensionarea eoliselor de pe tălpi.

Eolisele se vor dimensiona la 29,4 % din efortul preluat de tălpi.

$$R_t = \frac{29,4\% \cdot M_t}{(h_1 + t)} = \frac{29,4 \cdot 1616 \cdot 10^5}{100 (1000 + 20)} = 467 \cdot 10^3 \text{ KN}$$

$$A_{neo}^{eol} = \frac{H_t}{R} = \frac{467 \cdot 10^3}{315} = 1483 \text{ mm}^2$$

Construcativ  $b_e = \frac{b - (30 \dots 60) - (40 \dots 60)}{2}$

$$b_e = \frac{270 - 40 - 50}{2} = 90 \text{ mm}$$

$$t_e = \frac{A_{neo}^{eol}}{2 \cdot b_e} = \frac{1483}{2 \cdot 90} = 8,27 \text{ mm} \Rightarrow t_e = 10 \text{ mm}$$

$$\ell^s = \frac{H_t}{4a \cdot R_f^s} + 2a \quad \text{Ala } \begin{cases} a \leq 0,7 t_{min} \\ a = 5 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\ell^s = \frac{467 \cdot 10^3}{4 \cdot 5 \cdot 210} + 2 \cdot 5 = 121,2 \text{ mm} \Rightarrow \ell^s = 125 \text{ mm}$$

Folisa va fi 10x90 - 300

2.2) Verificări la nivelul (2)

$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot y_2 = \frac{2000 \cdot 10^6}{306 \cdot 10^7} \cdot 500 = 326,8 \text{ N/mm}^2 < R_1^s = 250 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{A_1^s} = \frac{540 \cdot 10^3}{8 \cdot 1000} = 67,5 \text{ N/mm}^2 < R_f^s = 190 \text{ N/mm}^2$$

Efortul maxim depășește cu 23,5 % rezistența de calcul, diferență ce va fi preluată cu ajutorul eoliselor, așezate pe inimă la aproximativ 150 mm de tălpi. Forța tăietoare T va fi preluată integral de sudura de pe inimă

e Dimensionarea eoliselor de pe inimă

$$H_1 = \frac{23,5\% \cdot M_t}{(h_1 - 300)} = \frac{23,5 \cdot 384 \cdot 10^6}{100 (1000 - 300)} = 128900 \text{ N} = 129 \cdot 10^3 \text{ KN}$$

$$A_{neo}^{eol} = \frac{H_1}{R} = \frac{129 \cdot 10^3}{315} = 409,5 \text{ mm}^2$$

Se propune  $b_e = 70 \text{ mm}$

$$t_e = \frac{A_{neo}^{eol}}{2 \cdot b_e} = \frac{409,5}{270} = 2,98 \text{ mm}$$

construcativ  $t_e = 6 \text{ mm}$

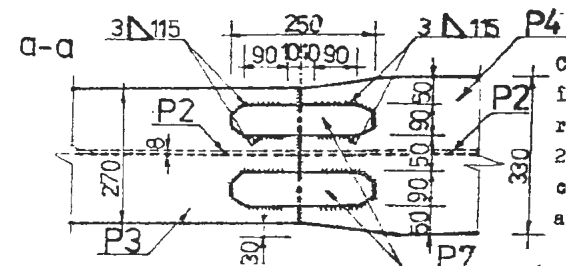
$$\ell_s = \frac{H_1}{4a \cdot R_f^s} + 2a \quad \text{Ala } \begin{cases} a \leq 0,7 t_{min} \\ a = 4 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\ell_s = \frac{129 \cdot 10^3}{4 \cdot 4 \cdot 210} + 2 \cdot 4 = 46,4 \text{ mm} \Rightarrow \ell_s = 50 \text{ mm}$$

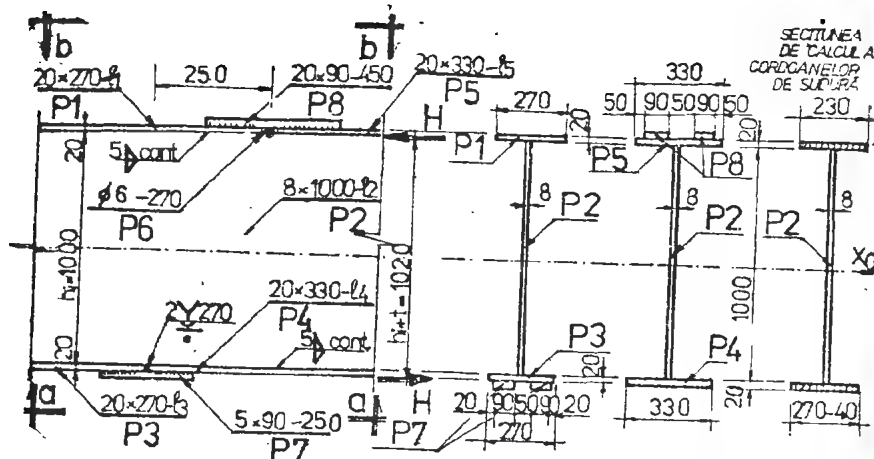
Folisa va fi 6x70 - 160

APLICATIA XI

Să se rezolve îmbinarea de uzină a grinzii din APLICATIA IX în situația în care, datorită debitării greșite distanța dintre piese la una din tălpi este mai mare de 2....4 mm, iar pentru umplerea rostului s-a sudat un oțel beton 15 mm din același material cu al grinzii. Sudura este executată manual, fără piese de prelungire și necontrolată fizic. Capacitatea portantă a îmbinării astfel realizată se poate considera 50 % din capacitatea unei îmbinări corect executată



Cordoanele de sudură în relief se vor întrerupe pe o zonă de min. 20 mm la intersecția cu cordonul de sudură în adâncime



### 1) Caracteristicile geometrice ale cordonelor de sudură

• Aria cordonului de sudură de la talpa inferioară

$$A^s = 2 \cdot (27 - 4) = 46 \text{ cm}^2$$

### 2) Distribuția eforturilor

$$\alpha = \frac{I_t}{I_1 + I_t} = 0,808$$

$$\beta = \frac{I_1}{I_1 + I_t} = 0,192$$

Efortul preluat de tălpi  $M_t = \alpha M = 1616 \text{ KNm}$

Efortul preluat de inimă  $\begin{cases} M_1 = \beta M = 384 \text{ KNm} \\ T_1 = T = 540 \text{ KN} \end{cases}$

### 3) Verificarea îmbinării sudate

$$H = \frac{M_t}{b_f + t} = \frac{1616 \cdot 10^6}{1020} = 1584 \cdot 10^3 \text{ N} = 1584 \text{ KN}$$

#### 3.1. Imbinarea la talpa inferioară

$$\sqrt{\sigma} = \frac{H}{A_s} = \frac{1584 \cdot 10^3}{46 \cdot 10^2} = 344 \text{ N/mm}^2 > R_s^s = 500 \text{ N/mm}^2$$

Pentru preluarea diferenței dintre efortul efectiv din sudură și capacitatea ei portantă se vor prevedea eclise sudate în relief și talpă.

$$N_{\text{cap}} = A_s \cdot R_s^s = 46 \cdot 10^2 \cdot 300 = 1380 \text{ KN (al cordonului de sudură)}$$

$$N = H - N_{\text{cap}} = 1584 - 1380 = 204 \text{ KN}$$

#### • Dimensionarea ecliselor

$$A_{\text{eol}}^{\text{neo}} = \frac{N}{R} = \frac{204 \cdot 10^3}{315} = 648 \text{ mm}^2$$

$$\text{Constructiv } b_e = \frac{b - (30 \dots 60) - (40 \dots 60)}{2}$$

$$b_e = \frac{270 - 40 - 60}{2} = 90 \text{ mm}$$

$$t_e = \frac{A_{\text{eol}}^{\text{neo}}}{2 \cdot b_e} = \frac{648}{2 \cdot 90} = 3,6 \text{ mm ; se alege constructiv } t_e = 5 \text{ mm}$$

$$l^s = \frac{N}{4 \cdot a \cdot R_s^s} + 2a \quad \text{Aleg } a \leq 0,7 t_{\text{min}} \Rightarrow a = 3 \text{ mm}$$

$$l^s = \frac{204 \cdot 10^3}{4 \cdot 3 \cdot 210} + 2 \cdot 3 = 86,9 \text{ mm} \Rightarrow l^s = 90 \text{ mm}$$

Eclisa va fi 5 x 90 - 250 din OL 52

#### 3.2. Imbinarea la talpa superioară

$$\sqrt{\sigma} = \frac{H}{0,5 \cdot A_s} = \frac{1584 \cdot 10^3}{0,5 \cdot 46 \cdot 10^2} = 688 \text{ N/mm}^2 > R_s^s = 240 \text{ N/mm}^2$$

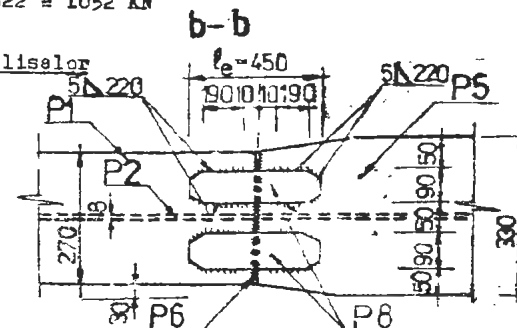
Pentru preluarea diferenței dintre efortul efectiv din sudură și capacitatea portantă considerată se vor prevedea eclise sudate în relief pe talpă.

$$N_{\text{cap}} = 0,5 \cdot A_s \cdot R_s^s = 0,5 \cdot 46 \cdot 10^2 \cdot 240 = 552 \text{ KN (al cordonului de sudură)}$$

$$N = H - N_{\text{cap}} = 1584 - 522 = 1032 \text{ KN}$$

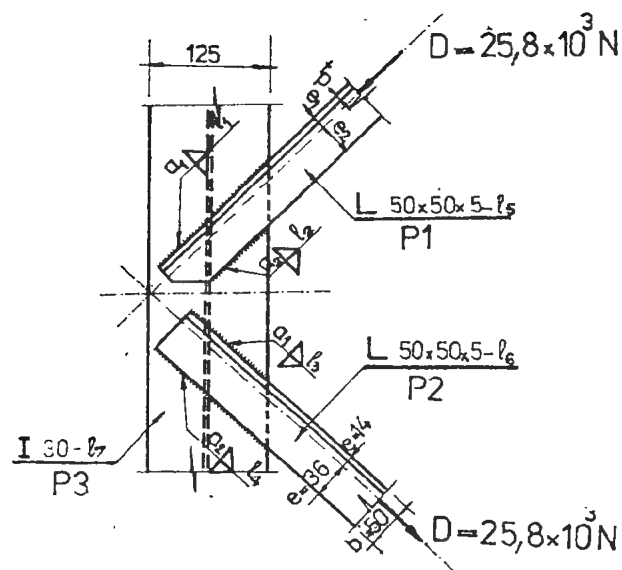
#### • Dimensionarea ecliselor

$$A_{\text{eol}}^{\text{neo}} = \frac{N}{R} = \frac{1032 \cdot 10^3}{315} = 3276 \text{ mm}^2$$









• Efortul de calcul la care se calculează prinderea cu sudură

$$N^s \leq \begin{cases} 1,3 \cdot D_{af} = 1,3 \cdot 25,8 \cdot 10^3 = 33540 \text{ N} \\ N_{cav} = A_{af} \cdot R = 0,795 \cdot 480 \cdot 220 = 83952 \text{ N} \end{cases}$$

$$N_1^s + N_2^s = N^s$$

$$N_1^s = \frac{N^s \cdot e_2}{b} = \frac{33540 \cdot 26}{50} = 24148,8 \text{ N}$$

$$N_2^s = \frac{N^s \cdot e_1}{b} = \frac{33540 \cdot 14}{50} = 9391,2 \text{ N}$$

$$A_{lneo}^{sud} = \frac{N_1^s}{R_f^s} = \frac{24148,8}{150} = 160,99 \text{ mm}^2$$

$$A_{lneo}^{sud} = \frac{N_2^s}{R_f^s} = \frac{9391,2}{150} = 62,61 \text{ mm}^2$$

• Se propune grosimea gordonului de sudură (vezi punctul 5.2.1 b)

$$a_1 \leq \begin{cases} 0,85 \cdot t_L = 0,85 \cdot 5 = 4,25 \text{ mm} \\ 0,7 \cdot t_i = 0,7 \cdot 16 = 11,2 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow a_1 = 4 \text{ mm}$$

$$a_2 \leq \begin{cases} 0,7 \cdot t_L = 0,7 \cdot 5 = 3,5 \text{ mm} \\ 0,7 \cdot t_i = 0,7 \cdot 16 = 11,2 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow a_2 = 3,5 \text{ mm}$$

$$\ell_1^s = \frac{A_{lneo}^{sud}}{a_1} = \frac{160,99}{4} = 40,25 \text{ mm}$$

$$\ell_2^s = \frac{A_{lneo}^{sud}}{a_2} = \frac{62,61}{3,5} = 17,90 \text{ mm}$$

$$\ell_1 = \ell_1^s + 2a_1 = 40,25 + 2 \cdot 4 = 48 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

$$\ell_2 = \ell_2^s + 2a_2 = 17,90 + 2 \cdot 3,5 = 24,90 \text{ mm} \approx 25 \text{ mm}$$

• Verificarea condițiilor constructive ale lungimilor cordoanelor de sudură

$$\ell_1 \geq \begin{cases} 40 \text{ mm} \\ b = 50 \text{ mm} \\ 15a_1 = 15 \cdot 4 = 60 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow \ell_1 = 60 \text{ mm}$$

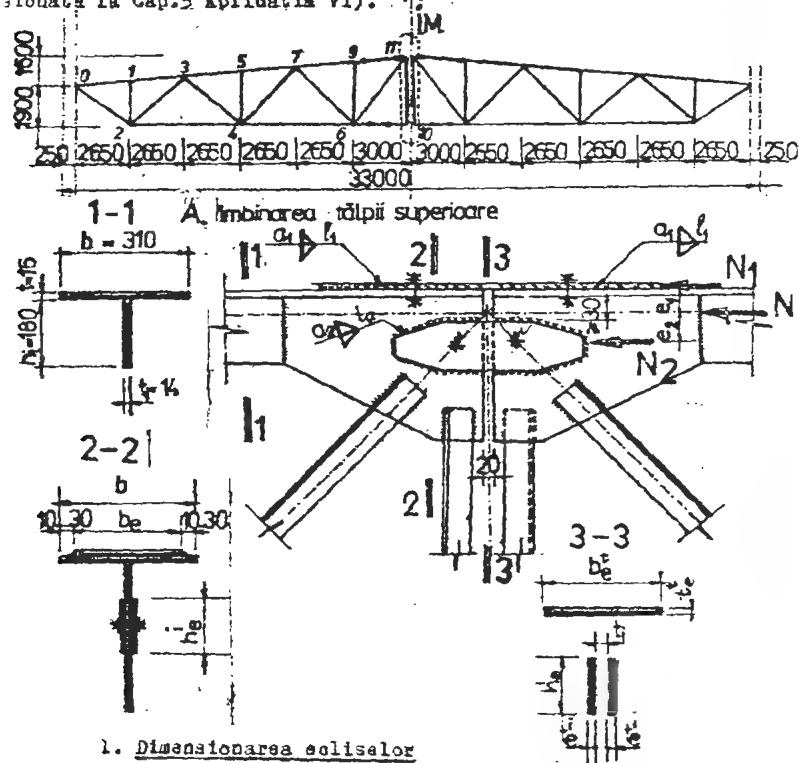
$$\ell_2 \geq \begin{cases} 40 \text{ mm} \\ b = 50 \text{ mm} \\ 15a_2 = 15 \cdot 3,5 = 52,5 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow \ell_2 = 55 \text{ mm}$$

$$\ell_1 \leq 60 a_1 \quad ; \quad \ell_1 = 60 \text{ mm} < 60 \cdot 4 = 240 \text{ mm}$$

$$\ell_2 \leq 60 a_2 \quad ; \quad \ell_2 = 55 \text{ mm} < 60 + 3,5 = 210 \text{ mm}$$

## APLICAȚIA XIV

Să se dimensioneze îmbinarea de montaj a unei ferme de 33 a deschidera. Schema geometrică, eforturile în bare și secțiunea barelor sînt date în figură. Tălpile sînt realizate din OL 52, iar diagonalele și montanții din OL 37 (Bara 5 - 11 a fost dimensionată la Cap.3 Aplicația VI).



## 1. Dimensionarea ecliselor

## 1.1. Aria ecliselor

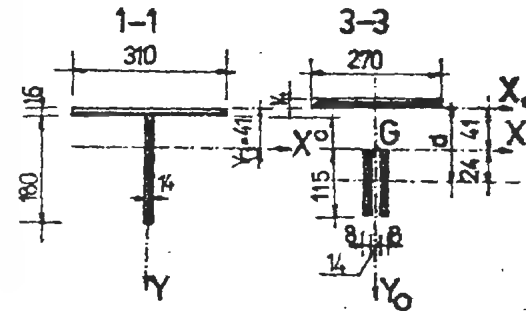
$A_0 \geq A$  - dacă ferma nu are legătură pe direcția  $y - y$  în nodul respectiv

$A_0 \geq \varphi A$  - dacă ferma are legătură pe direcția  $y - y$  în nodul respectiv

în care:

$A_0 = A_0^t + A_0^i$  - aria secțiunii ecliselor (de pe talpă -  $A_0^t$  și inimă  $A_0^i$ )

1.2 poziția ecliselor de pe inimă - rezultă din egalarea centrului de greutate al secțiunii barei (secțiunea 1 - 1) cu centrul de greutate al secțiunii ecliselor (secțiunea 3 - 3)



$$y_G = \frac{-14 \cdot 270 \cdot 7 + 2 \cdot 8 \cdot 115 \cdot d}{14 \cdot 270 + 2 \cdot 8 \cdot 115} = 41 \text{ mm} \rightarrow d = 140 \text{ mm}$$

$$\text{constructiv } c = d - \frac{b^i}{2} - t \geq 30 \text{ mm}$$

$$c = 140 - \frac{115}{2} - 16 = 67 \text{ mm} > 30 \text{ mm}$$

## • Observație:

dacă "c" rezultă mai mic de 30 mm se adoptă constructiv  $c = 30$  și se modifică în consecință dimensiunile ecliselor de pe inimă ( $b^i$ ;  $t$ ) astfel încît centrele de greutate ale celor două secțiuni (1-1 și 3-3) practic să coincidă

## 2. Calculul prinderii cu sudură în relief a ecliselor

$$N_1 + N_2 = N$$

$$N_1 = \frac{N \cdot e_2}{d} = \frac{1660 \cdot 99}{140} = 1174 \text{ KN}$$

$$N_2 = \frac{N \cdot e_1}{d} = \frac{1660 \cdot 41}{140} = 486 \text{ KN}$$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1^s} \leq R_f^s; \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{A_2^s} \leq R_f^s \quad \text{în care:}$$

$$A_1^s = 2a_1 \cdot l_1^s; \quad A_2^s = 4a_2 \cdot l_2^s$$

$A = A^t + A^i$  - aria secțiunii barei (aria tălpii  $A^t$  + aria inimii  $A^i$ )

$\varphi$  - coeficientul minim de flambaj al barei

În cazul nostru considerăm că ferma are legături pe direcția y - y în toate nodurile de la talpa superioară.

• coeficienții de distribuție ai ariilor

$$\gamma = \frac{A^t}{A} ; \delta = \frac{A^i}{A}$$

$$A = 16 \cdot 310 + 14 \cdot 180 = 7480 \text{ mm}^2 = 74,8 \text{ cm}^2 \text{ (vezi secțiunea 1 - 1)}$$

$$A^t = 16 \cdot 310 = 4960 \text{ mm}^2 = 49,6 \text{ cm}^2$$

$$A^i = 14 \cdot 180 = 2520 \text{ mm}^2 = 25,2 \text{ cm}^2$$

$$\gamma = \frac{49,6}{74,8} = 0,663$$

$$\delta = \frac{25,2}{74,8} = 0,337$$

• aria secțiunii soliselor

$$A_e = \varphi A ; \varphi = 0,712 \text{ (vezi Cap. 3 Aplicația VI)}$$

$$A_e = 0,712 \cdot 7480 = 5326 \text{ mm}^2$$

• dimensiunile ecliselor de pe talpă

$$A_e^t = \gamma A_e = 0,663 \cdot 5326 = 3531 \text{ mm}^2$$

$$b_e^t = h - (20 \dots 60) \text{ din condiții constructive}$$

$$b_e^t = 310 - 40 = 270 \text{ mm}$$

$$t_e^t = \frac{A_e^t}{b_e^t} = \frac{3531}{270} = 13,1 \text{ mm} \quad t_e^t = 14 \text{ mm}$$

• dimensiunile ecliselor de pe inimă

$$A_e^i = \delta A_e = 0,337 \cdot 5326 = 1795 \text{ mm}^2$$

$$t_e^i \geq \frac{t^i}{2} \Rightarrow t_e^i \geq \frac{14}{2} = 7 \text{ mm se alege } t_e^i = 8 \text{ mm}$$

$$t_e^i = \frac{A_e^i}{2 \cdot t_e^i} = \frac{1795}{2 \cdot 8} = 112 \text{ mm} \Rightarrow b_e^i = 115 \text{ mm}$$

$$a_1 \leq 0,7 t_{\min} \Rightarrow a_1 = 0,7 \cdot 14 = 9,8 \text{ mm - se alege } a_1 = 7 \text{ mm}$$

$$a_2 \leq 0,7 t_{\min} \Rightarrow a_2 = 0,7 \cdot 6 = 5,6 \text{ mm - se alege } a_2 = 5 \text{ mm}$$

$$l_1^s = \frac{N_1}{2 a_1 R_f^s} = \frac{1174 \cdot 10^3}{2 \cdot 7 \cdot 210} = 400 \text{ mm}$$

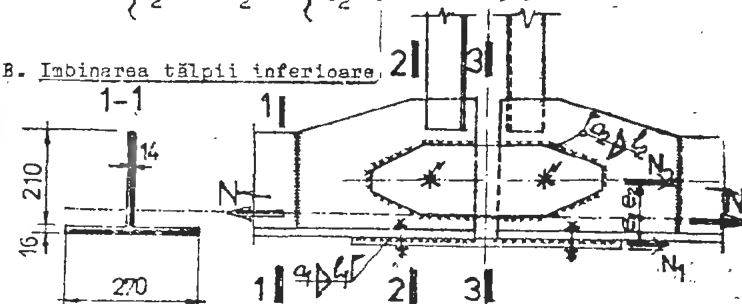
$$l_2^s = \frac{N_2}{4 a_2 R_f^s} = \frac{486 \cdot 10^3}{4 \cdot 5 \cdot 210} = 116 \text{ mm}$$

$$l_1 = l_1^s + 2 a_1 = 400 + 2 \cdot 7 = 414 \text{ mm rotund } l_1 = 415 \text{ mm}$$

$$l_2 = l_2^s + 2 a_1 = 116 + 2 \cdot 5 = 126 \text{ mm rotund } l_2 = 130 \text{ mm}$$

$$\text{se verifică } \begin{cases} l_1 \leq 60 a_1 \\ l_2 \leq 60 a_2 \end{cases} \quad \begin{cases} l_1 = 415 \text{ mm} < 60 \cdot 7 = 420 \text{ mm} \\ l_2 = 130 \text{ mm} < 60 \cdot 5 = 300 \text{ mm} \end{cases}$$

B. Îmbinarea tălpii inferioare



C. Dimensionarea ecliselor

3.1. Aria ecliselor

$$A_e \geq A \text{ în care:}$$

$$A_e = A_e^t + A_e^i - \text{aria secțiunii ecliselor (secțiunea 3 - 3)}$$

$$A = A^t + A^i - \text{aria secțiunii barei (secțiunea 1 - 1)}$$

• coeficienții de distribuție ai ariilor

$$\gamma = \frac{A^t}{A} = \frac{16 \cdot 270}{16 \cdot 270 + 14 \cdot 210} = 0,6$$

$$f = \frac{A^i}{A} = \frac{14 \cdot 210}{16 \cdot 270 + 14 \cdot 210} = 0,4$$

$$A_g = A = 16 \cdot 270 + 14 \cdot 210 = 7260 \text{ mm}^2$$

• dimensiunile eclisei de pe talpă

$$A_g^t = f \cdot A_g = 0,4 \cdot 7260 = 4356 \text{ mm}^2$$

$$b_g^t = b + (60 \text{ mm}) = 270 + 60 = 330 \text{ mm}$$

$$t_g^t = \frac{A_g^t}{b_g^t} = \frac{4356}{330} = 13,2 \text{ mm} \rightarrow t_g^t = 14 \text{ mm}$$

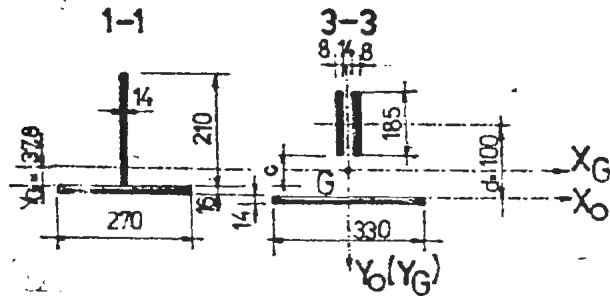
• dimensiunile ecliselor de pe inimă

$$A_g^i = f \cdot A_g = 0,4 \cdot 7260 = 2904 \text{ mm}^2$$

$$t_g^i > t_1 = \frac{14}{2} = 7 \rightarrow t_g^i = 8 \text{ mm}$$

$$h_g^i = \frac{A_g^i}{2 \cdot t_g^i} = \frac{2904}{2 \cdot 8} = 181,5 \text{ mm} \rightarrow h_g^i = 185 \text{ mm}$$

3.2. poziția ecliselor de pe inimă - rezultă din egalarea centrului de greutate al secțiunii barei (secțiunea 1-1) cu centrul de greutate al secțiunii ecliselor (secțiunea 3-3)



$$y_G = \frac{-14 \cdot 330 \cdot 7 + 2 \cdot 8 \cdot 185 \cdot d}{14 \cdot 330 + 2 \cdot 8 \cdot 185} = 51 \rightarrow d = 142 \text{ mm} \text{ rotund } d = 145 \text{ mm}$$

$$\text{constructiv } e = d - \frac{h_g^i}{2} = t \geq 30 \text{ mm}; e = 145 - \frac{185}{2} = 47,5 \text{ mm} > 30 \text{ mm}$$

4. Calculul prinderii cu sugură în relief a ecliselor

$$N_1 + N_2 = N$$

$$N_1 = \frac{N \cdot e_2}{d} = \frac{1520 \cdot 24}{145} = 985 \text{ KN}$$

$$N_2 = \frac{N \cdot e_1}{d} = \frac{1520 \cdot 51}{145} = 535 \text{ KN}$$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1^s} \leq R_f^s; \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{A_2^s} \leq R_f^s \quad \text{în care:}$$

$$a_1 \leq 0,7 t_{\min} \rightarrow a_1 = 0,7 \cdot 14 = 9,8 \text{ mm} - \text{se alege } a_1 = 7 \text{ mm}$$

$$a_2 \leq 0,7 t_{\min} \rightarrow a_2 = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ mm} - \text{se alege } a_2 = 5 \text{ mm}$$

$$l_1^s = \frac{K_1}{2a_1 R_f^s} = \frac{985 \cdot 10^3}{2 \cdot 7 \cdot 210} = 335 \text{ mm} \quad l_1 = l_1^s + 2a_1 = 335 + 2 \cdot 7 = 349 \text{ mm}$$

$$\text{rotund } l_1 = 350 \text{ mm}$$

$$l_2^s = \frac{K_2}{4a_2 R_f^s} = \frac{535 \cdot 10^3}{4 \cdot 5 \cdot 210} = 127 \text{ mm} \rightarrow l_2 = l_2^s + 2a_2 = 127 + 2 \cdot 5 = 137 \text{ mm}$$

$$\text{rotund } l_2 = 140 \text{ mm}$$

$$\text{se verifică } \begin{cases} l_1 \leq 60a_1 \\ l_2 \leq 60a_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l_1 = 350 \text{ mm} < 60 \cdot 7 = 420 \text{ mm} \\ l_2 = 140 \text{ mm} < 60 \cdot 5 = 300 \text{ mm} \end{cases}$$

## CAPITOLUL 6

## IMBINĂRI CU TIJE

## 6.1. Clasificarea îmbinărilor cu tije

Imbinări cu	(nituri		
	șuruburi	(grosolane	) imbinări nepăsuite
	grupa 4.6; 5.6;	(brute)	
	6.6	semiprecise	) imbinări păsuite
		precise	
	șuruburi de înaltă rezistență prevensionate		
	grupa 8.8; 10.9		

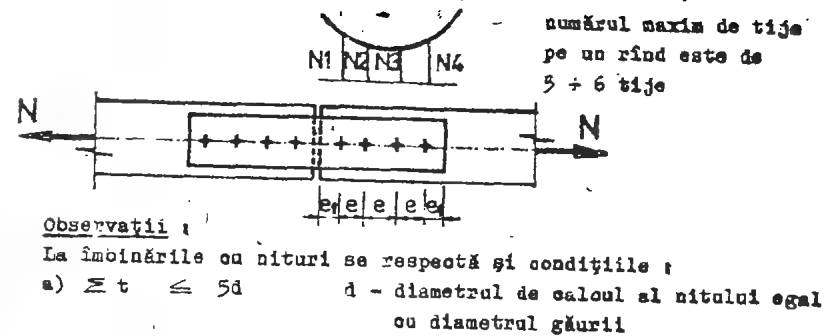
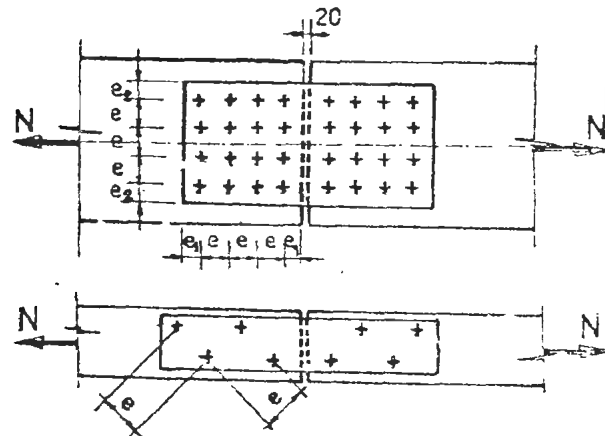
## 6.2. Condiții constructive

## 6.2.1. alegerea diametrului maxim al găurii

- a) profile laminate la cald: - diametrul maxim al găurii este funcție de tipul și dimensiunile profilului și s-a întabulat - vezi Anexa 2, tabelele 2.26; 2.27; 2.28; 2.29.
- b) table:  $d \leq \sqrt{5t} - 0,2$  (cm)  $t$  - grosimea minimă din pachetul de table în cm.

## 6.2.2. distanțele dintre axele tijelor în imbinare

$e_1; e_2$  sînt date în Anexa 1, tabelul 1.20



b)  $l = l_s + 4 \frac{d_1}{3}$  - batere mecanică

$l = l_s + 7 \frac{d_1}{3}$  - batere manuală

$l$  - lungimea tijei nitului

$l_s$  - grosimea pachetului de table

$d_1$  - diametrul nominal al tijei Anexa 2 tabelul 2.25

## 6.3. Relații de calcul

## 6.3.1. Efortul capabil al unei tije

a) Nituri și șuruburi obișnuite

Solicitare	Efortul capabil al unei tije	
	Nituri	Șuruburi obișnuite
Forfecare	$N_{cap}^f = n_f \frac{\pi d^2}{4} R_f^f$	$N_{cap}^f = n_f \frac{\pi d^2}{4} R_f^b$
Presiune pe pereții găurii	$N_{cap}^p = d (\sum t) R_p^f$	$N_{cap}^p = d (\sum t) R_p^b$
Întindere	$N_{cap}^t = \frac{\pi d^2}{4} R_1^f$	$N_{cap}^t = A_s \cdot R_1^b$

$N_{cap} = \min (N_{cap}^f; N_{cap}^p)$  în cazul solicitărilor la forfecare și presiune pe pereții găurii

$t$  - suma minimă a grosimilor care tind să se deplaseze în același sens

$n_f$  - numărul secțiunilor de forfecare

$R_f^f; R_p^f; R_1^f; R_f^b; R_p^b; R_1^b$  - rezistențe de calcul - vezi Anexa 1 tabelele 1.4; 1.5

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

162

162



162

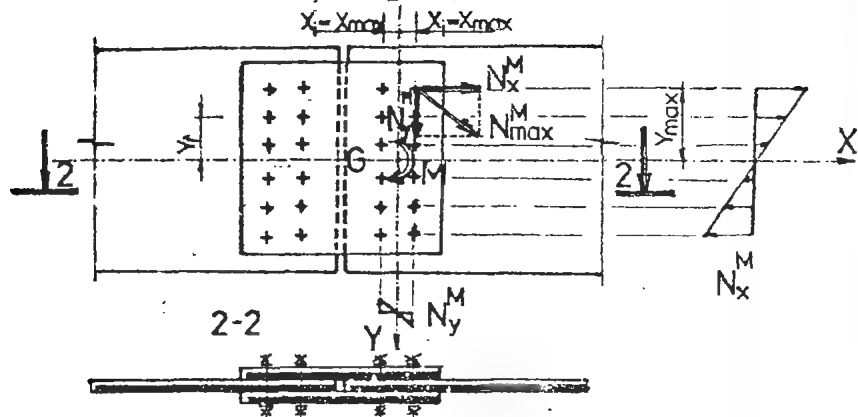
162

162

162

162

162

b) moment încovoietor

e relația de verificare

$$N_{max}^M \leq N_{cap}$$

în care:

$$N_{max}^M = \sqrt{(N_x^M)^2 + (N_y^M)^2}$$

$$N_x^M = M \cdot \frac{y_{max}}{\sum (x_1^2 + y_1^2)}$$

$$N_y^M = M \cdot \frac{x_{max}}{\sum (x_1^2 + y_1^2)}$$

sau cu relația "Oghesaru"

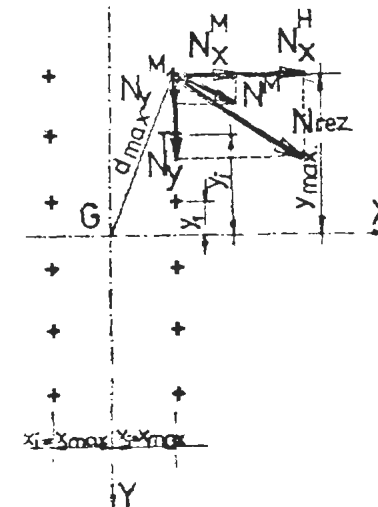
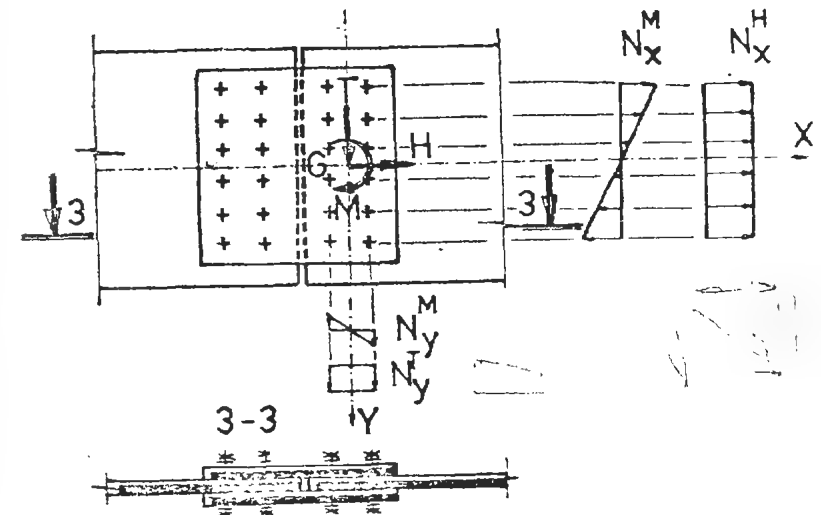
$$N_{max}^M = \frac{1}{a \cdot b} \sqrt{\left( \frac{K_1 M}{e_a} \right)^2 + \left( \frac{K_2 M}{e_b} \right)^2}$$

a - numărul de Țiruri verticale;

b - numărul de Țiruri orizontale;

e<sub>a</sub> - distanța pe orizontală între Țije;e<sub>b</sub> - distanța pe verticală între ȚijeK<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> se iau funcție de  $\alpha = \frac{e_b}{e_a}$  din Anexa 3 tabelele 3.11... 3.17N<sub>cap</sub> = min (N<sub>cap</sub><sup>f</sup>, N<sub>cap</sub><sup>p</sup>) - nituri, șuruburi

$$N_{cap} = m \cdot n_p \cdot f \cdot N_c - S.I.R.P.$$

c) forța axială, forța tăietoare, moment încovoietor



## • relația de verificare

$$N_{rez} \leq N_{oap}$$

în care:  $N_{rez} = \sqrt{(N_x^M + N_x^H)^2 + (N_y^M + N_y^T)^2}$

$$N_x^M = M \frac{y_{max}}{\sum (x_i^2 + y_i^2)} ; N_y^M = M \frac{x_{max}}{\sum (x_i^2 + y_i^2)}$$

$$N_x^H = \frac{H}{n} ; N_y^T = \frac{T}{n}$$

$n$  - numărul tijelor de pe o jumătate a îmbinării ;  
sau cu relația "Chesaru"

$$N_{rez} = \frac{1}{a \cdot b} \sqrt{\left( \frac{K_1 M}{e_a} + T \right)^2 + \left( \frac{K_2 M}{e_b} + H \right)^2}$$

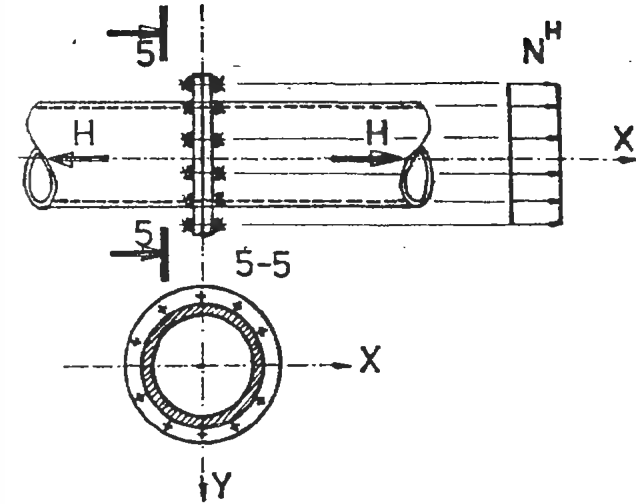
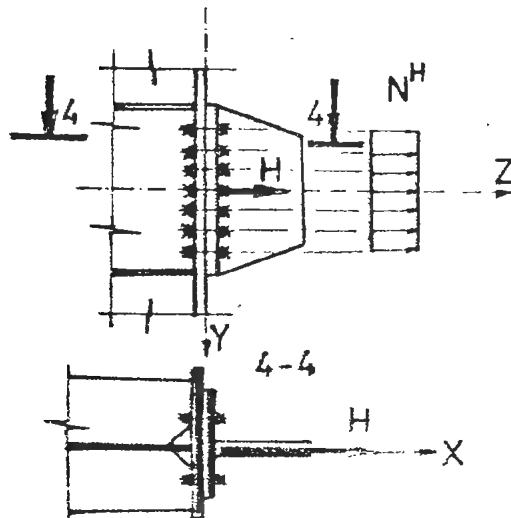
$a, b, e_a, e_b, K_1, K_2$  cu semnificația de la punctul 6.3.2. A.b)

$$N_{oap} = \min (N_{cap}^t ; N_{cap}^p) - \text{nituri, șuruburi}$$

$$N_{oap} = n \cdot n_p \cdot f \cdot N_t - \text{S.I.R.P}$$

## B. Solicitări în plan perpendicular pe planul îmbinării

## a) forță axială



## • relația de verificare

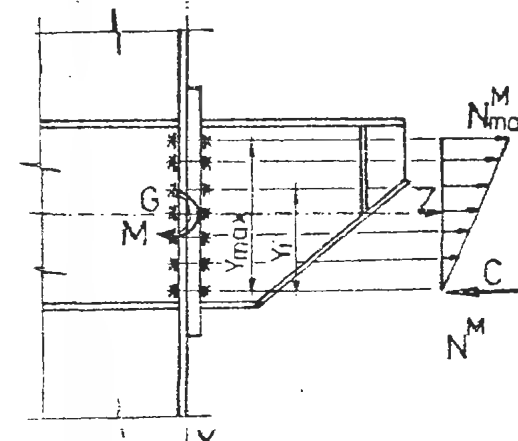
$$N^H \leq N_{oap}$$

în care:  $N^H = \frac{H}{n}$   $n$  - numărul tijelor din îmbinare

$$N_{oap} = N_t - \text{nituri, șuruburi}$$

- S.I.R.P. - nu se recomandă a se folosi

## b) moment încovoietor



## • relația de verificare

$$N_{max}^M \leq N_{oap}$$

se face ipoteza că rotația se produce în jurul ultimului șurub

în care:  $N_{max}^M = M \frac{y_{max}}{\sum y_i^2}$

$\sum y_i^2$  - se referă la toate tijele din îmbinare

sau cu relația "Chesaru"

$$N_{\max}^M = \frac{KM}{a \cdot e_a}$$

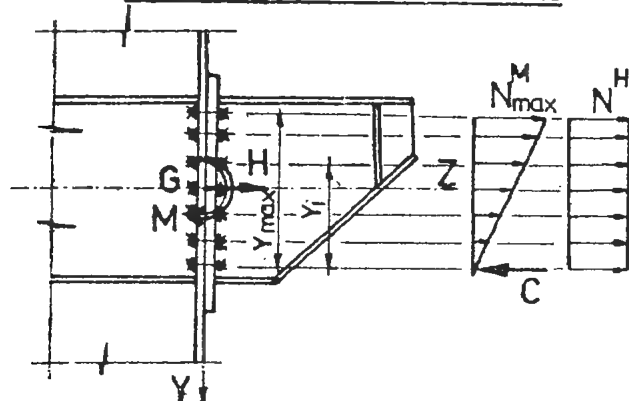
$$K = \frac{6}{b(2b-1)} \quad \text{-- se ia din Anexa 3 tabelul 3.10}$$

a, b, e<sub>a</sub> - cu semnificația de la punctul 6.3.2.1.b)

N<sub>cap</sub> = N<sub>1</sub> - nituri, șuruburi

- S.I.R.P. nu se recomandă a se folosi

c) forță axială și moment încovoietor



• relația de verificare

$$N_{\text{rez}} \leq N_{\text{cap}}$$

se face ipoteza că rotirea se produce în jurul ultimului șurub

$$\text{în care } N_{\text{rez}} = N_{\max}^M + N^H; \quad N_{\max}^M = M \frac{y_{\max}}{\sum y_i^2}$$

$$N^H = \frac{H}{n}; \quad n - \text{numărul tijelor din îmbinare}$$

sau cu relația "Chesaru"

$$N_{\max}^M = \frac{KM}{a \cdot e_a} + \frac{H}{a \cdot b}$$

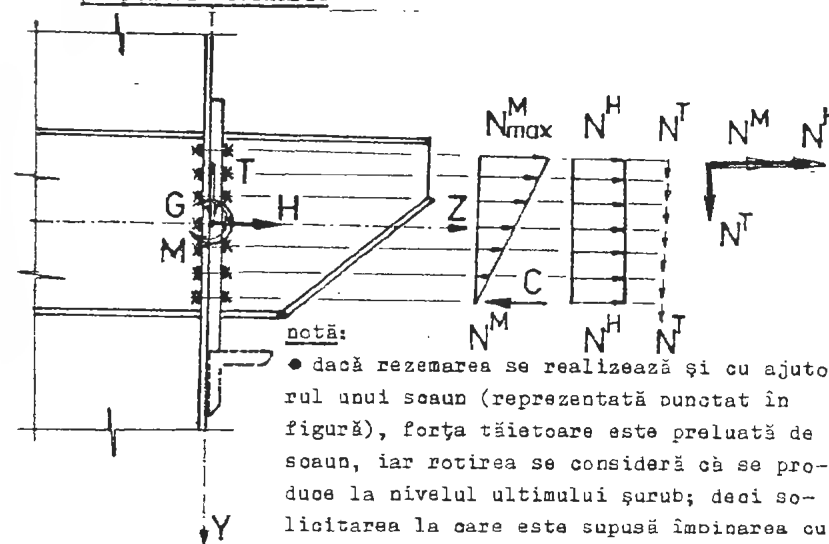
$$K = \frac{6}{b(2b-1)} \quad \text{se ia din Anexa 3 tabelul 3.10}$$

a, b, e<sub>a</sub> - cu semnificația de la punctul 6.3.2.1.b)

N<sub>cap</sub> = N<sub>1</sub> - nituri, șuruburi

- S.I.R.P. - nu se recomandă a se folosi

C. Solicitări în planul îmbinării și în plan perpendicular pe planul îmbinării



notă:

• dacă rezemarea se realizează și cu ajutorul unui scaun (reprezentată punctat în figură), forța tăietoare este preluată de scaun, iar rotirea se consideră că se produce la nivelul ultimului șurub; deci solicitarea la care este supusă îmbinarea cu șuruburi acționează numai în plan perpendicular pe planul îmbinării și se va trata ca la punctul 3.2.2.c)

• relația de verificare

a) nituri, șuruburi

$$N^H + N_{\max}^M \leq N_1$$

$$N^T \leq \min(N_{\text{cap}}^T; N_{\text{cap}}^P)$$

$$\sigma_{\text{ech}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1,1 R_i$$

$$\text{în care } N^H = \frac{H}{n};$$

$$N^T = \frac{T}{n}$$

$$N_{\max}^M = \frac{y_{\max}}{\sum y_i^2}$$

$$K = \frac{6}{b(2b-1)} \quad \text{-- se ia din Anexa 3 tabelul 3.10}$$

cu relația "Chesaru"

$$\frac{KM}{a \cdot e_a} + \frac{H}{a \cdot b} \leq N_1$$

$$\sigma = \frac{N^H + N_{\max}^M}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{\frac{KM}{a \cdot e_a} + \frac{H}{a \cdot b}}{\frac{\pi d^2}{4}}$$

$$\tau = \frac{T}{\frac{\pi d^2}{4}}$$

d - diametrul nominal al tijei (defilecate)

a, b, c<sub>2</sub> - cu semnificația de la punctul 6.3.2 A.b)

b) S.I.R.P.

$$N^T \leq N_{\text{cap}} = m \cdot n_f \cdot f \cdot (N_t - z)$$

în care  $z = N_{\text{max}}^H + N^H \leq \begin{cases} 0,8 N_t & \text{pentru solicitări statice} \\ 0,6 N_t & \text{pentru solicitări dinamice} \end{cases}$

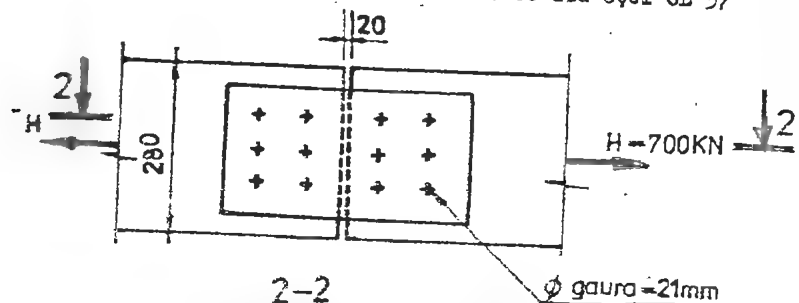
#### 6.4 APLICATII

##### APLICATIA I

Să se verifice îmbinarea realizată cu:

- nituri din OL 34
- șuruburi obișnuite grupa 4.6.
- S.I.R.P. grupa 88

Piese care se îmbină sînt realizate din oțel OL 37



1. Efortul capabil al unei tițe

a) FLORIN

$$N_{\text{cap}}^T = n_f \frac{\pi d^2}{4} \leq R_t^N$$

$R_t^N = 170 \text{ N/mm}^2$  din Anexa 1 tabelul 1.4

$d = \phi \text{ gaură} = 21 \text{ mm}$

$$N_{\text{cap}}^f = 2 \frac{\pi \cdot 21^2}{4} \cdot 170 = 117763 \text{ N}$$

$N_{\text{cap}}^P = d (\sum t) R_P^N$ ;  $R_P^N = 420 \text{ N/mm}^2$  Anexa 1 tabel 1.4

$$N_{\text{cap}}^P = 21 \cdot 14 \cdot 420 = 123480 \text{ N}$$

$$N_{\text{cap}}^{\min} = \min (N_{\text{cap}}^f, N_{\text{cap}}^P) = 117763 \text{ N}$$

u) șuruburi obișnuite

$$N_{\text{cap}}^f = n_f \frac{\pi d^2}{4} R_t^f$$

$R_t^f = 130 \text{ N/mm}^2$  Anexa 1 tabelul 1.5

$d = \phi \text{ gaură} = 1 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$

$$N_{\text{cap}}^f = 2 \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot 130 = 81640 \text{ N}$$

$N_{\text{cap}}^P = d (\sum t) R_P^b = 2 \cdot 14 \cdot 340 = 95200 \text{ N}$

$R_P^b = 340 \text{ N/mm}^2$  Anexa 1; tabelul 1.5

$$N_{\text{cap}}^{\text{șurub}} = \min (N_{\text{cap}}^f, N_{\text{cap}}^P) = 81640 \text{ N}$$

c) S.I.R.P. - grupa 88

$$N_{\text{cap}}^{\text{S.I.R.P.}} = m \cdot n_f \cdot f \cdot N_t$$

$N_t = 0,8 A_s \cdot R_0 = 0,8 \cdot 245 \cdot 640 = 125440 \text{ N}$

$A_s = 2,45 \text{ cm}^2$  → Anexa 1; tabelul 1.19

$R_0 = 640 \text{ N/mm}^2$

$$N_{\text{cap}}^{\text{S.I.R.P.}} = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 125440 = 903320 \text{ N}$$

2. Efortul maxim ce revine unei tițe

$$\frac{F}{2} = \frac{7000}{2} = 1157 \text{ daN} = 11570 \text{ N}$$

## 3. Verificare

## a) nituri

$$N_{cap}^{nit} = 117700 \text{ N} > N_{max} = 11670 \text{ N}$$

## b) șuruburi

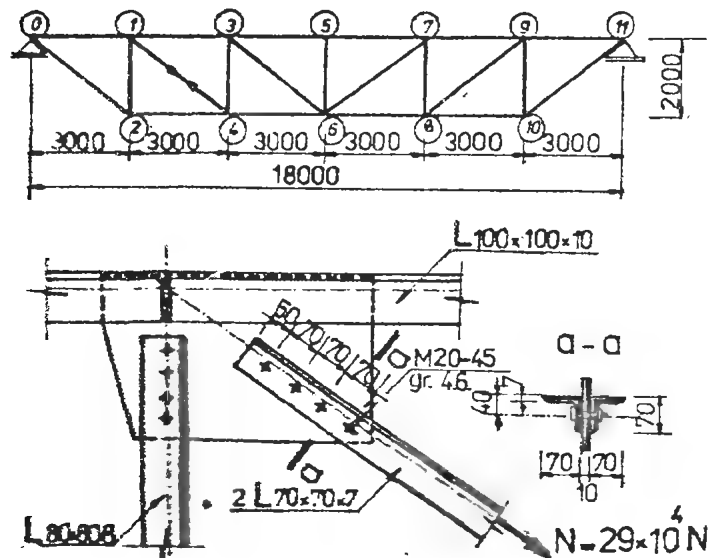
$$N_{cap}^{șurub} = 81640 \text{ N} > N_{max} = 11670 \text{ N}$$

## c) S.I.R.P.

$$N_{cap}^{S.I.R.P.} = 90320 \text{ N} > N_{max} = 11670 \text{ N}$$

## APLICATIA II

Să se dimensioneze prinderea cu șuruburi a unei diagonale întinse ①-④, realizată din OL 37 (dimensionarea barei a fost tratată la Cap. I aplicația I)



## 1. Alegerea diametrului șurubului și grupe

$$d_{gaură}^{max} = 21 \text{ mm} \Rightarrow M 20 \text{ (din Anexa 2 tabelul 2.29)}$$

Grupa 4.6.

## 2. Efortul capabil al unui șurub

$$N_{cap}^f = n_f \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_f^b = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot 130 = 81680 \text{ N}$$

$$N_{cap}^p = a (Z_t) \cdot R_p^b = 20 \cdot 10 \cdot 340 = 68000 \text{ N}$$

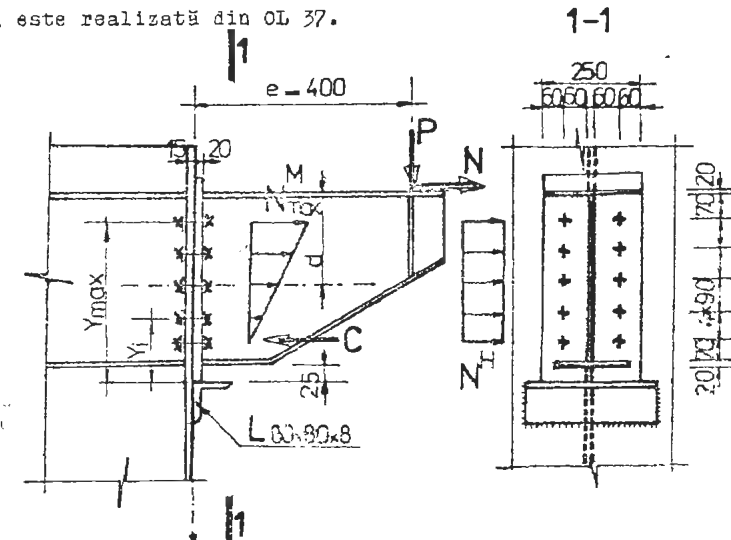
$$N_{cap} = \min (N_{cap}^f, N_{cap}^p) = 68000 \text{ N}$$

## 3. Determinarea numărului de șuruburi

$$n = \frac{N}{N_{cap}} = \frac{29 \cdot 10^4}{68000} = 3,55 \Rightarrow n = 4$$

## APLICATIA III

Să se verifice prinderea cu șuruburi M20 grupa 5.6 a consolei de stîlp. Consola este solicitată la  $P = 120 \text{ kN}$  și  $N = 50 \text{ kN}$  și este realizată din OL 37.



## 1) Reducerea forțelor în centrul de greutate

$$M = P_e + N \cdot d = 120 \cdot 0,4 + 50 \cdot 0,27 = 61,5 \text{ kN m}$$

$$T = P = 125 \text{ KN}$$

$$H = N = 50 \text{ KN}$$

### 2) Efortul capabil al unui șurub

$$N_{\text{șap}} = N_1 = L_g \cdot R_1 = 245 \cdot 210 = 51450 \text{ N}$$

### 3) Efortul ce-i revine celui mai solicitat șurub

$$N_{\text{max}} = N_{\text{șap}} + N^H$$

$$N_{\text{max}}^H = N \cdot \frac{J_{\text{max}}}{\sum_{i=1}^n J_i} = 61,5 \cdot 10^6 \frac{360}{2(1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2) 90^2} = 45,55 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N^H = \frac{H}{n} = \frac{50 \cdot 10^3}{10} = 5000 \text{ N}$$

Pe relația "Cebesaru"  $N_{\text{max}}$  are expresia

$$N_{\text{max}} = \frac{KM}{a \cdot e_b} + \frac{H}{a \cdot b} \quad \text{în care} \quad \begin{cases} a - \text{numărul de șiruri verticale} \\ b - \text{numărul de șiruri orizontale} \\ e_b - \text{distanța pe verticală între} \\ \text{tije} \end{cases}$$

$K = 0,13$  din Anexa 3 tabelul 3.10

$$N_{\text{max}} = \frac{0,133 \cdot 61,5 \cdot 10^6}{2 \cdot 90} + \frac{50 \cdot 10^3}{2 \cdot 5} = 50442 \text{ N}$$

### 4) Verificarea îmbinării

$$N_{\text{max}} \leq N_{\text{șap}}$$

$$50555 \text{ N} \leq 51450 \text{ N}$$

• Obs. 1 Forța tăietoare este preluată de scaun

### APLICATIA IV

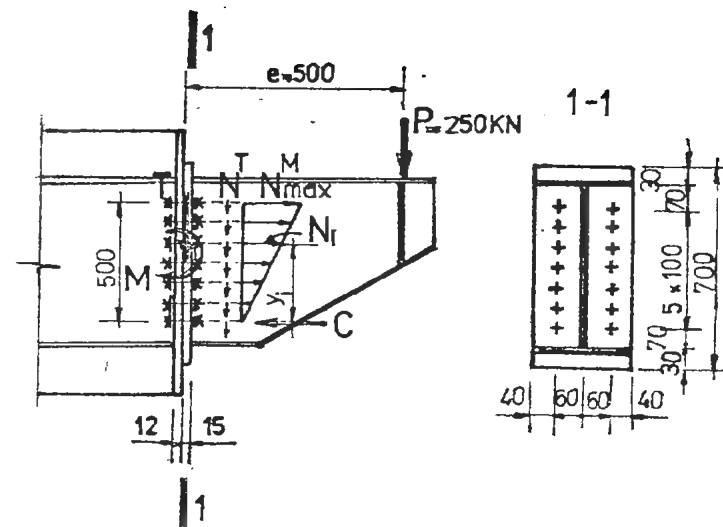
Să se verifice prinderea cu tije a consolei de stîlp în trei variante.

a) nituri din OL 34

b) șuruburi grupa 4.6

c) S.I.R.P. grupa 8.8

Consola și stîlpul sînt realizate din OL 37



### 1) Reducerea forțelor în centrul de greutate al îmbinării

$$M = P \cdot e = 250 \cdot 0,5 = 125 \text{ KNm}$$

$$T = P = 250 \text{ KN}$$

### 2) Efortul capabil al unei tije

$$\text{Diametrul maxim al găurii } \phi_{\text{gaură}} \approx \sqrt{5t} - 0,2 = \sqrt{5 \cdot 1,2} - 0,2 \text{ (cm)}$$

$$\phi_{\text{gaură}} = 25 \text{ mm}$$

#### a) nituri

$$N_{\text{șap}}^f = n_f \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_f^D$$

$$R_f^D = 170 \text{ N/mm}^2 - \text{Anexa 1 tabelul 1.4}$$

$$d = \phi_{\text{gaură}} = 25 \text{ mm}$$

$$N_{\text{șap}}^f = 1 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot 170 = 83410 \text{ N}$$

$$N_{\text{șap}}^p = d \left( \sum t \right) R_p^D$$

$$R_p^D = 420 \text{ N/mm}^2 - \text{Anexa 1 tabelul 1.4}$$

$$N_{\text{șap}}^p = 25 \cdot 12 \cdot 420 = 126000 \text{ N}$$

$$N_{\text{șap}}^{\text{nit}} = \min (N_{\text{șap}}^f, N_{\text{șap}}^p) = 83410 \text{ N}$$

$$N_{\text{șap}}^i = \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_1^D$$

$$R_1^D = 70 \text{ N/mm}^2 \text{ din Anexa 1 tabelul 1.4}$$

$$N_{cap}^i = \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} \cdot 70 = 34340 \text{ N}$$

b) șuruburi obișnuite

$$N_{cap}^f = n_f \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R_f^b \quad R_f^b = 130 \text{ N/mm}^2 \text{ Anexa 1 tabelul 1.5}$$

$$d = \phi_{gaură} - 1 \text{ mm} = 24 \text{ mm}$$

$$N_{cap}^f = 1 \cdot \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} \cdot 130 = 58780 \text{ N}$$

$$N_{cap}^p = d \cdot (Z \cdot t) \cdot R_p^b \quad R_p^b = 340 \text{ N/mm}^2 \text{ Anexa 1 tabelul 1.5}$$

$$N_{cap}^p = 24 \cdot 12 \cdot 340 = 97920 \text{ N}$$

$$N_{cap}^b = \min(N_{cap}^f, N_{cap}^p) = 58780 \text{ N}$$

$$N_{cap}^i = A_3 \cdot R_i^b \quad R_i^b = 170 \text{ N/mm}^2 \text{ Anexa 1 tabelul 1.5}$$

$$A_3 = 350 \text{ mm}^2 \text{ Anexa 1 tabelul 1.19}$$

$$N_{cap}^i = 350 \cdot 170 = 59500 \text{ N}$$

a) S.I.R.P.

$$N_{cap} = m \cdot n_f \cdot f \cdot (N_t - z) \text{ , în care : } m = 0,9$$

$$n_f = 1$$

$$f = 0,35$$

$$N_t = 0,8 \cdot A_3 \cdot R_0 = 0,8 \cdot 350 \cdot 640 = 179200 \text{ N}$$

$$z = N^M = 56818 \text{ N} < 0,8 N_t = 0,8 \cdot 179200 = 143360 \text{ N}$$

$$N_{cap} = 0,9 \cdot 1 \cdot 0,35 (179200 - 56818) = 58550 \text{ N}$$

2) Efortul maxim ce revine unei tițe

$$N^T = \frac{T}{n} = \frac{250 \cdot 10^3}{12} = 20830 \text{ N}$$

$$N^M = N \cdot \frac{Y_{max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} = 125 \cdot 10^6 \cdot \frac{500}{2 (100^2 + 200^2 + 300^2 + 400^2 + 500^2)} = 56818 \text{ N}$$

Cu relația "Chesaru" -  $N^M = \frac{K \cdot M}{a \cdot e_a}$  ; în care

$a = 2$  - numărul de șiruri verticale

$e_a = 100$  - distanța pe verticală între tițe

$K = 0,091$  - Anexa 3 tabelul 3.10

$$N^M = \frac{0,091 \cdot 125 \cdot 10^5}{2 \cdot 100} = 56818 \text{ N}$$

3) Verificarea) nituri

$$N_{cap}^{nit} \geq N^T$$

$$83410 \text{ N} \geq 20830 \text{ N}$$

$$N_{cap}^i > N^M$$

$$34340 \text{ N} < 56818 \text{ N} \Rightarrow \text{Nu verifică}$$

b) șuruburi

$$N_{cap}^b \geq N^T$$

$$58780 \text{ N} \geq 20830 \text{ N}$$

$$N_{cap}^i > N^M$$

$$59500 \text{ N} > 56818 \text{ N}$$

În secțiunea de forfecare a șurubului se face și verificarea la :

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1,1 R_i \text{ ; în care}$$

$$\sigma = \frac{N^M}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{56818}{\frac{3,14 \cdot 24^2}{4}} = 125,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{N^T}{n_f \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{20830}{1 \cdot \frac{3,14 \cdot 24^2}{4}} = 46,07 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{125,6^2 + 3 \cdot 46,07^2} = 149 \text{ N/mm}^2 < 1,1 R_1 = 187 \text{ N/mm}^2$$

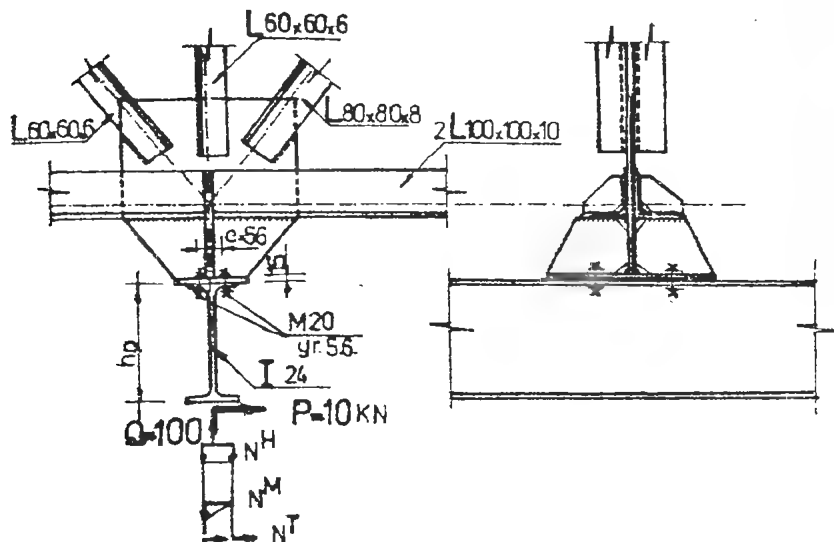
o) S.I.R.P.

$$N_{cap} > N^T$$

$$38550 \text{ N} > 20830 \text{ N}$$

#### APLICATIA V

Să se verifice prinderea cu șuruburi a grinzii de rulare a unui electroplan de talpa inferioară a fermei. Grinda și ferma sînt realizate din OL 37. Dimensiunile și încărcările sînt cele din figură.



#### 1. Reducerea forțelor în centrul de greutate al îmbinării

$$H = Q = 100 \text{ kN}$$

$$M = P \cdot h_p = 10 \cdot 0,24 = 2,4 \text{ kNm}$$

$$T = P = 10 \text{ kN}$$

#### 2. Eforturile de-1 revin celui mai solicitat șurub

$$N^H = \frac{H}{4} = \frac{100}{4} = 25 \text{ kN}$$

$$N^M = \frac{M}{e} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2,4 \cdot 10^3}{56} \cdot \frac{1}{2} = 21,4 \text{ kN}$$

$$N^T = \frac{T}{4} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ kN}$$

#### 3. Efortul capabil al unui șurub

$$N_{cap}^f = n_f \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R_f = 1 \cdot \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} \cdot 160 = 50265 \text{ N}$$

$$N_{cap}^P = d \cdot (\sum t) \cdot R_p = 20 \cdot 13,1 \cdot 340 = 89080 \text{ N}$$

$$N_{cap} = \min(N_{cap}^f, N_{cap}^P) = 50265 \text{ N}$$

$$N_{cap}^1 = A_s \cdot R_1 = 245 \cdot 210 = 51450 \text{ N}$$

$\sum t = 13,1 \text{ mm}$  - grosimea medie a tălpii profilului I.24 din Anexa 2 tabelul 2.1.

$R_f, R_p, R_1$  - din Anexa 1 tabelul 1.5

$A_s$  - din Anexa 1 tabelul 1.19

#### 4. Verificarea îmbinării

$$4.1. N^T \leq N_{cap}^f \quad 2,5 \cdot 10^3 \text{ N} < 50,265 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$4.2. N^M + N^H \leq N_{cap}^1 \quad 25 \cdot 10^3 + 21,4 \cdot 10^3 = 46,4 \cdot 10^3 \text{ N} < 51,45 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$4.3. \sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1,1 R_1$$

$$\sigma = \frac{N^M + N^H}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{46,4 \cdot 10^3}{\frac{3,14 \cdot 20^2}{4}} = 147,7 \text{ N/mm}^2$$

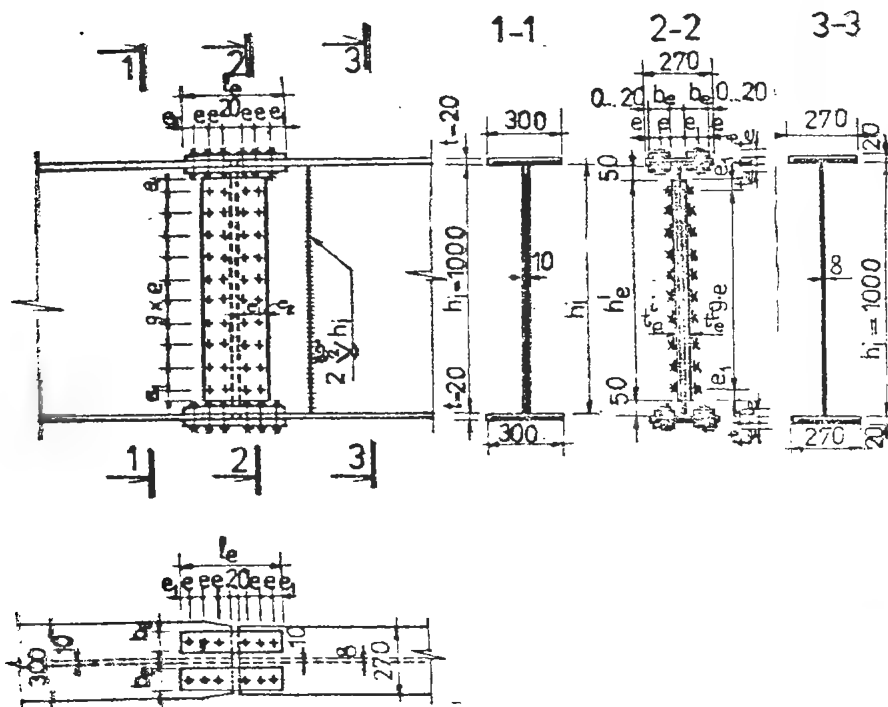
$d$  - diametrul nominal al tijei nefiletate

$$\tau = \frac{N^T}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{2,5 \cdot 10^3}{\frac{1 \cdot \pi \cdot 20^2}{4}} = 7,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{147,7^2 + 3 \cdot 7,96^2} = 148 \text{ N/mm}^2 \leq 1,1 R = 231 \text{ N/mm}^2$$

#### APLICATIA VI

Si se dimensioneaza imbinarea de montaj a unei grinzi continue realizată a) cu nituri; b) cu șuruburi obișnuite; c) cu S.I.R.P. Grinda este executată din OL 52. Eforturile de calcul din secțiunea care se îmbină sînt  $M = 500 \text{ kNm}$  și  $T = 540 \text{ kN}$ .



#### 1) Distribuția eforturilor

\* coeficienții de distribuție

$$\alpha = \frac{I_t}{I_1 + I_t}$$

$$\beta = \frac{I_1}{I_1 + I_t}$$

$I_t, I_1$  - momente de inerție ale tălpilor, respectiv inimii din secțiunea efectivă care se îmbină

$$I_t = 2 \cdot 27 \cdot 51^2 = 280,9 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$I_1 = \frac{1 \cdot 100^3}{12} = 83,3 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \frac{280,9 \cdot 10^3}{280,9 \cdot 10^3 + 83,3 \cdot 10^3} = 0,77$$

$$\beta = \frac{83,3 \cdot 10^3}{280,9 \cdot 10^3 + 83,3 \cdot 10^3} = 0,23$$

$$\text{Efortul preluat de talpă } M_t = M \cdot \alpha = 500 \cdot 0,77 = 385 \text{ kNm}$$

$$\text{Efortul preluat de inimă } \begin{cases} M_1 = M \cdot \beta = 500 \cdot 0,23 = 115 \text{ kNm} \\ T_1 = T = 540 \text{ kN} \end{cases}$$

#### 2) Dimensionarea și verificarea îmbinării inimii

##### 2.1. - Eclisele

##### \* Condiții constructive

$$t_e^1 \geq \frac{t_1}{2} \quad t_e^1 = 8 \text{ mm}$$

$$h_e^1 \approx h_i - 100 \quad h_e^1 = 900 \text{ mm}$$

$$A_e^1 \geq A_i \quad A_e^1 = 2 \cdot 0,8 \cdot 90 = 144 \text{ cm}^2 > A_i = 100 \text{ cm}^2$$

$$W_e^1 \geq W_i \quad W_e^1 = 2 \cdot \frac{0,8 \cdot 90^2}{6} = 2160 \text{ cm}^3 > W_i = 1667 \text{ cm}^3$$

##### \* verificarea ecliselor

$$\sigma = \frac{M_1}{W_e} \leq R \quad \sigma = \frac{115 \cdot 10^3}{2160 \cdot 10^3} = 53,24 \text{ N/mm}^2 \ll R = 215 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 1,5 \frac{T_1}{A_e^1} = \frac{540 \cdot 10^3}{144 \cdot 10^2} = 56,25 \text{ N/mm}^2 \ll R_f = 190 \text{ N/mm}^2$$

##### 2.2 Alegerea diametrului tijei

Din condiții constructive (vezi cap.6 paragraful 6.2.1)



$$d_{\text{gaură}} \leq \sqrt{5t} - 0,2(\text{cm})$$

$$d_{\text{gaură}} \leq \sqrt{5 \cdot 0,8} - 0,2 = 1,8 \text{ cm}$$

Aleg a) nituri  $\phi 16$  OL 3A

b) șuruburi M16 grupa 5.6

c) S.I.R.P. M16 grupa 8.8

### 2.3. Distanțele între axele tijelor

Se propun pe direcția y - y valorile maxime pentru  $e$  și  $e_1$ , iar pe direcția x - x valorile minime pentru  $e$  și  $e_2$ . Pentru valorile  $e$ ;  $e_1$ ;  $e_2$  vezi Anexa 1 tabelul 1.20

$$e_{\text{max}} \leq \min \begin{cases} 8d = 8 \cdot 16 = 128 \text{ mm} \\ 12t = 12 \cdot 8 = 96 \text{ mm} \end{cases}; \quad e_{\text{max}} = 90 \text{ mm}$$

$$e_{\text{min}} \geq \begin{cases} 3,5 d \text{ (șuruburi)} = 3,5 \cdot 16 = 56 \text{ mm} \\ 3 d \text{ (nituri)} = 3 \cdot 16 = 48 \text{ mm} \end{cases} \quad e_{\text{min}} = 60 \text{ mm}$$

$60 \leq e \leq 90$

$$e_{1,\text{max}} \leq \min \begin{cases} 4 d = 4 \cdot 16 = 64 \text{ mm} \\ 8 t = 8 \cdot 8 = 64 \text{ mm} \end{cases} \quad e_{1,\text{max}} = 60 \text{ mm}$$

$$e_{1,\text{min}} \geq 2d = 2 \cdot 16 = 32 \quad e_{1,\text{min}} = 35 \text{ mm} \quad 35 \leq e_1 \leq 60$$

$$e_{2,\text{max}} = e_{1,\text{max}} \quad 30 \leq e_2 \leq 60$$

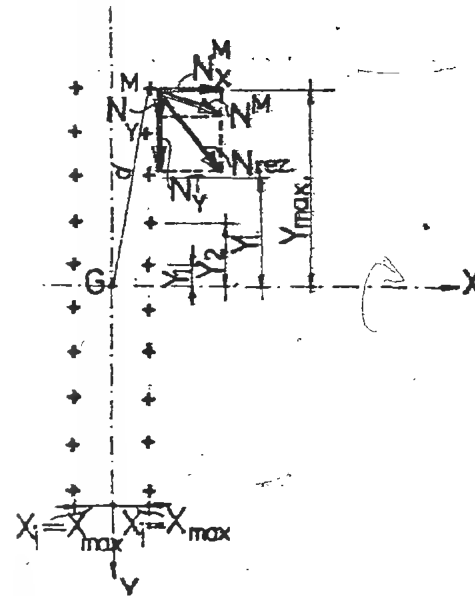
$$e_{2,\text{min}} \geq 1,5 d = 1,5 \cdot 16 = 24 \text{ mm} \quad e_{2,\text{min}} = 30 \text{ mm}$$

### 2.4. Efortul maxim în cea mai solicitată tijă

$$N_{\text{rez}} = \sqrt{\left(N_x^M\right)^2 + \left(N_y^M + N_y^T\right)^2}$$

$$N_x^M = N_1 \cdot \frac{y_{\text{max}}}{\sum (x_1^2 + y_1^2)} = 115 \cdot 10^6 \cdot \frac{40,5 \cdot 10}{20 \cdot 30^2 + 4(0,5^2 + 1,5^2 + 2,5^2 + 3,5^2 + 4,5^2)} \cdot 90^2 = 34385 \text{ N}$$

$$N_y^M = N_1 \cdot \frac{x_{\text{max}}}{\sum (x_1^2 + y_1^2)} = 115 \cdot 10^6 \cdot \frac{30}{20 \cdot 30^2 + 4(0,5^2 + 1,5^2 + 2,5^2 + 3,5^2 + 4,5^2)} \cdot 90^2 = 2547 \text{ N}$$



$$N_y^T = \frac{T_1}{n} = \frac{540 \cdot 10^3}{20} = 27 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N_{\text{rez}} = \sqrt{34385^2 + (2547 + 27000)^2} = 45336 \text{ N}$$

Cu relația "Chesaru"

$$N_{\text{rez}} = \frac{1}{a \cdot b} \sqrt{\left(\frac{K_1 M}{e_a} + T\right)^2 + \left(\frac{K_2 M}{e_b}\right)^2}; \text{ în care:}$$

$a = 2$  - numărul de șiruri verticale

$b = 10$  - numărul de șiruri orizontale

$e_a = 60$  - distanța pe orizontală între tijele

$e_b = 90$  - distanța pe verticală între tijele

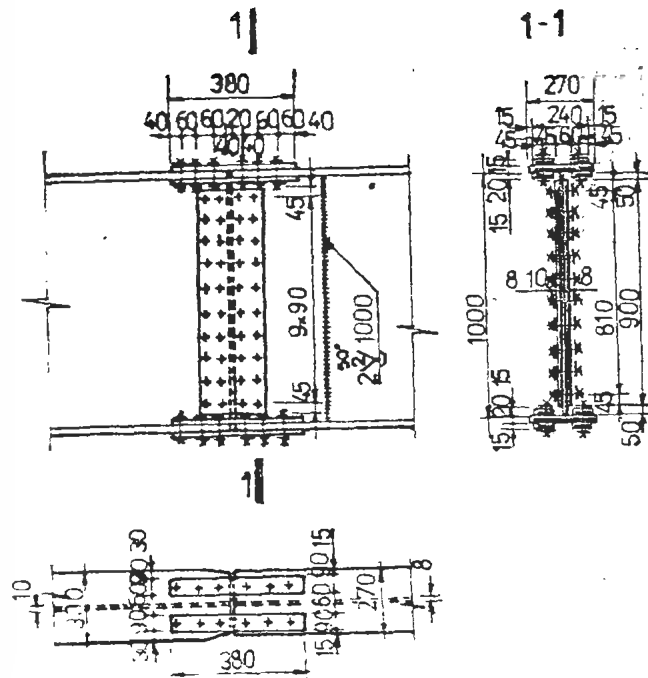
$K_1 = 0,027$

$K_2 = 0,538$

Funcție de  $c = \frac{e_b}{e_a} = 1,5$  - se ia din Anexa 1

tabelul 3.14

$$N_{\text{rez}} = \frac{1}{2 \cdot 10} \sqrt{\left(\frac{0,027 \cdot 115 \cdot 10^6}{60} + 540 \cdot 10^3\right)^2 + \left(\frac{0,538 \cdot 115 \cdot 10^6}{90}\right)^2} = 45353 \text{ N}$$



### 2.5. Efortul capabil al unei tije

#### a) nituri

$$N_{cap}^n = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R^p = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 17^2}{4} \cdot 170 = 77173 \text{ N}$$

$$N_{cap}^d = d \cdot \Sigma t \cdot R^p = 17 \cdot 10 \cdot 600 = 102 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N_{cap} = \min(N_{cap}^n, N_{cap}^d); \quad N_{cap} = 77173 \text{ N}$$

#### b) șuruburi

$$N_{cap}^s = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R^p = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 16^2}{4} \cdot 160 = 64340 \text{ N}$$

$$N_{cap}^d = d \cdot \Sigma t \cdot R^p = 16 \cdot 10 \cdot 480 = 76800 \text{ N}$$

$$N_{cap} = \min(N_{cap}^s, N_{cap}^d); \quad N_{cap} = 64340 \text{ N}$$

#### c) S.I.R.P.

$$N_{cap} = n \cdot n_f \cdot f \cdot N_t$$

$$N_t = 0,8 \cdot A_s \cdot R_o = 0,8 \cdot 157 \cdot 640 = 80384 \text{ N}$$

$$n = 0,9$$

$$n_f = 2$$

$$f = 0,35 \text{ (curățirea suprafețelor cu peria de sîrmă)}$$

$$A_s = 157 \text{ (vezi Anexa 1 tabelul 1.19)}$$

$$N_{cap} = 0,9 \cdot 2 \cdot 0,35 \cdot 80384 = 50642 \text{ N}$$

### 2.6. Verificarea îmbinării

$$N_{rez} \leq N_{cap}$$

#### a) nituri

$$N_{rez} = 45336 \text{ N} < N_{cap} = 77173 \text{ N}$$

#### b) șuruburi

$$N_{rez} = 45336 \text{ N} < N_{cap} = 64340 \text{ N}$$

#### c) S.I.R.P.

$$N_{rez} = 45336 \text{ N} < N_{cap} = 50642 \text{ N}$$

### 3. Dimensionarea și verificarea îmbinării talpilor

#### 3.1. Dimensionarea ecliselor

$$A_{nec} = \frac{\bar{H}}{R}; \quad \bar{H} = \max \left\{ \begin{array}{l} H = \frac{N_t}{h_1 + t} \\ (0,75 \dots 1,00) N_{cap}^{talpă} \end{array} \right.$$

$$H = \frac{385 \cdot 10^6}{1020} = 377 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N_{cap}^t = 0,85 \cdot 20 \cdot 270 \cdot 300 = 1377 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\bar{H} = 1377 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$A_{nec} = \frac{1377 \cdot 10^3}{300} = 4590 \text{ mm}^2$$

constructiv  $b_e > 2e_2 \text{ min}$

$$b_e \leq \frac{b - 60 \text{ mm}}{2}$$

$b$  = lățimea minimă a tălpilor din secțiunile ce se îmbină (secțiunea 2 - 2)

Se propune același diametru de șurub ca la cel de la îmbinarea inițială ( $M_{16}$ )

$$b_e \geq 2 \cdot 30 = 60 \text{ mm}$$

$$b_e \leq \frac{270 - 60}{2} = 105 \text{ mm}$$

$$b_e = 90 \text{ mm}$$

$$t_e^t = \frac{A_{\text{net}}}{b_e \cdot a} = \frac{4590}{4 \cdot 90 \cdot 0,90} = 14,16 \text{ mm} \quad \text{aleg } t_e^t = 15 \text{ mm}$$

$\alpha$  = coeficient de slăbire al secțiunii (0,75.....1,00)

### 3.2. - Numărul de tije

$$n = \frac{H}{R_{\text{cap}}}$$

a) nituri

$$n = \frac{377 \cdot 10^3}{77173} = 4,88 \quad \text{aleg} \quad 6 \text{ nituri}$$

b) șuruburi

$$n = \frac{377 \cdot 10^3}{64340} = 5,89 \quad \text{aleg} \quad 6 \text{ șuruburi}$$

c) S.I.R.P.

$$n = \frac{377 \cdot 10^3}{50642} = 7,44 \quad \text{aleg} \quad 8 \text{ S.I.R.P.}$$

Constructiv numărul de tije pe un rând trebuie să fie cuprins între  $3 \leq n_1 \leq 6$ ; în toate cele trei cazuri numărul de tije se încadrează în limitele constructive.

### 3.3. Verificarea ecliselor

a) și b)

$$\frac{H}{A_{\text{net}}} \leq R \quad \frac{377 \cdot 10^3}{4380} = 314 \text{ N/mm}^2 < R = 315 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{net}} = 4 \cdot (t_e^t \cdot b_e - d_{\text{șurub}} \cdot t_e^t) = 4(15 \cdot 90 - 17 \cdot 15) = 4380 \text{ mm}^2$$

c) S.I.R.P.

$$\frac{H}{A} \leq R \quad \frac{377 \cdot 10^3}{4 \cdot 15 \cdot 90} = 255 \text{ N/mm}^2 < R = 315 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{H'}{A_{\text{net}}} \leq R \quad H' = H \left(1 - 0,4 \frac{n_1}{n}\right)$$

$n_1 = 2$  (numărul tijelor din secțiunea care se verifică)

$n = 8$  (numărul tijelor de pe o jumătate a îmbinării)

$$H' = 377 \left(1 - 0,4 \frac{2}{8}\right) = 339,3 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\frac{339,3 \cdot 10^3}{4380} = 77 \text{ N/mm}^2 \ll R = 315 \text{ N/mm}^2$$

În cazul S.I.R.P. eclisele puteau fi alese mai mici ( $t_e^t = 15 \text{ mm}$ ;  $b_e = 80 \text{ mm}$ )

## ELEMENTE PENTRU CALCULUL CONSTRUCȚIILOR METALICE

Tabelul 1

Modul de elasticitate, coeficient de contracție transversală, de dilatare liniară și greutatea tehnică

Material	Modul de elasticitate				Coeficienții:		Masă (greutate tehnică): kg/m <sup>3</sup>
	E		G		de contrac- ție trans- versală $\mu$	de dilatare termică liniară $\alpha$	
	kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>			
Oțel carbon și slab aliat și oțel turnat	21 000	210 000	8 100	81 000	0,3	$1,2 \times 10^{-5}$	7 850
Fontă cenușie Fe 200	10 000	100 000	—	—	—	$1,0 \times 10^{-5}$	7 200
Fontă cenușie Fe 150	8 500	85 000	—	—	—	$1,0 \times 10^{-5}$	7 200

## Rezistențe normate pentru laminate din oțel

Tabelul 2

Marca oțelului	Limita de curgere $R_e$ sau $R_{eH}$ minimă (valori rotunjite)				$\gamma_m$ ( $t \leq 16$ mm)	Rezistența de calcul $R$ pentru întindere, compresiune și încovoiere (valori rotunjite)			
	$t \leq 16$ mm		$16 < t \leq 40$ mm			$t \leq 16$ mm		$16 < t \leq 40$ mm	
	kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
OL 34	21	210	20	200	1,10	19	190	18	180
OLF 35	23	230	22	220	1,10	21	210	20	200
OL 37	24	240	22	230	1,10	22	220	21	210
RCA 37*	24	240	23	230	1,10	22	220	21	210
OLT 45	26	260	25	250	1,10	24	240	23	230
OL 44	29	280	28	270	1,12	26	260	25	250
OCS 44	29	285	26	255	1,12	26	260	25	250
OL 52*	36	350	35	340	1,15	31,5	315	30	300
RCA 52 și RCB 52*	36	355	35	345	1,15	31,5	315	30	300
OCS 52	36	355	34	335	1,15	31,5	315	30	300
OCS 55	43	420	41	410	1,20	36	360	34	340
OCS 58	47	460	45	450	1,20	39	390	37	370

Observații: Rezistențele de calcul pentru grosimi  $t > 40$  mm se obțin împărțind limita de curgere la grosimi respective prin coeficientul  $\gamma_m$  din acest tabel.

\* Laminatelor din mărcile RCA 37 și RCA 52 se fabrică cu grosimi  $t \leq 12$  mm, iar din marca RCB 52 cu acordul beneficiarului, cu  $t \leq 20$  mm, conform STAS 300 3-80.

Tabelul 1.3.

## Rezistențe de calcul pentru profile și table laminate

Solicitare	Simbol	Coeficient $\gamma$ (aplicat față de $R$ )	Rezistențe de calcul $R$ , N/mm <sup>2</sup> , pentru oțel laminat marcat							
			OLT35	OLT37 RCA37	OLT45	OL44 OCS44	OL52 OCS52 RCA52 RCB52	OCS55	OCS58	
Întindere, compresiune, încovoiere	$R$	1,0	200	210	230	250	300	310	370	
Forfecare	$R_f$	0,8	120	120	140	150	180	210	220	
Presiune locală la un cilindru rezemat pe un plan (determinată cu formula lui Hertz)	$R_l$	4,0	800	840	920	1 000	1 200	1 360	1 500	
Presiune locală determinată pe planul diametral al cilindrilor	$R_d$	0,04	8	8,4	9,2	10	12	13,6	15	
Rezistențe de calcul pentru profile și table laminate cu grosimea $t \leq 16$ mm										
Întindere, compresiune, încovoiere	$R$	1,0	210	220	240	260	315	360	390	
Forfecare	$R_f$	0,6	125	130	140	155	190	215	230	

Tabelul 1.4.

## Rezistențe de calcul pentru nituri

Solicitare	Simbol	Coeficient $\gamma$ (aplicat față de $R$ )	Rezistențe de calcul, N/mm <sup>2</sup>				
			Forfecare și întindere în tijă pentru nituri din:		Presiune pe pereții găurilor la construcții din:		
			OL34	OL44	OLT37 RCA37	OL44 OCS44	OL52 OCS52 RCA52 RCB52
Forfecare	$R_f^N$	0,8	170	220	—	—	—
Presiune pe pereții găurilor	$R_p^N$	2,0	—	—	420	500	600
Întindere în tijă	$R_t^N$	0,4	70	100	—	—	—

Tabelul 1.5.

## Rezistențe de calcul pentru șuruburi

Categorie șurubului	Solicitare	Simbol	Coeficient $\gamma$ (aplicat față de $R$ )	Rezistența de calcul, N/mm <sup>2</sup>					
				Forfecare și întindere în tijă în șuruburi din grupă:			Presiune pe pereții găurii în construcții din:		
				4.6	5.6	5.8	OL37 RCA37	OL44 OCS44	OL52 RCA52 RCE52 OCS52
Grosolane, semi-precise sau precise, introduse în găuri obișnuite	Forfecare	$R_f^b$	0,6	130	160	180	—	—	—
	Presiune pe pereți	$R_p^b$	1,6	—	—	—	340	400	480
	Întindere în tijă	$R_t^b$	0,8	170	210	240	—	—	—
Cu tijă precisă introduse în găuri cu cel mult 0,3 mm mai mari ca diametrul tijei	Forfecare	$R_f^b$	0,8	170	210	240	—	—	—
	Presiune pe pereți	$R_p^b$	2,0	—	—	—	420	500	600
	Întindere în tijă	$R_t^b$	0,8	170	210	240	—	—	—
Buloane de ancoraj	Întindere în tijă	$R_t$	0,7	150	180	210	—	—	—

Tabelul 1.6.

## Rezistențele de calcul pentru verificarea la presiune pe pereții găurii la îmbinări cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate

Solicitare	Simbol	Coeficient $\gamma$ (aplicat față de $R$ )	Rezistența de calcul, N/mm <sup>2</sup> pentru construcții din:				
			OL37	OL44	OL52	OCS55	OCS58
Presiunea pe pereți pentru cazul când se fac verificări speciale	$R_p$	3,0	630	750	900	1 000	1 100

## Rezistențe de calcul pentru cordoane de sudură

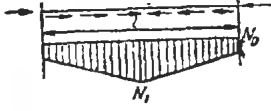
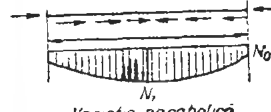
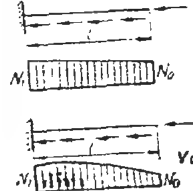

Tabelul 1.7.

Tipul îmbinării	Solicitarea	Simbol	Coeficient $\gamma$ (aplicat față de $R$ )	Rezistențe de calcul, N/mm <sup>2</sup> pentru suduri la elemente din oțel marcat:						
				OLT33	OL37 RCA37	OLT45	OL44 OCS44	OL52 OCS52 RCA52 RCB52	OCS55	OCS58
În adâncime	Compresiune	$R_c^s$	1,0	200	210	230	250	300	340	370
	Întindere a) Suduri executate automat; suduri executate semiautomat și manual, controlate prin mijloace fizice b) suduri executate semiautomat sau manual	$R_t^s$	1,0	—	210	230	250	300	340	370
		$R_t^s$	0,8	160	170	180	200	240	280	300
	Forfecare	$R_f^s$	0,6	120	130	140	150	180	210	220
În rebet	Forfecare	$R_f^s$	0,7	140	150	160	170	210	240	260
Rezistențe de calcul pentru profile și table laminate cu grosimea $t \leq 16$ mm.										
În adâncime	Compresiune	$R_c^s$	1,0	210	220	240	260	315	360	390
	Întindere a) Suduri executate automat; suduri executate semiautomat și manual, controlate prin mijloace fizice b) ...	$R_t^s$	1,0	210	220	240	260	315	360	390
		$R_t^s$	0,8	170	175	190	210	250	290	310
	Forfecare	$R_f^s$	0,6	125	130	145	155	190	215	235

Observație: Pentru cordoanele de sudură în adâncime care nu au rădăcină resudată valorile rezistențelor de calcul din tabel se multiplică prin 0,7.

Nr. crt.	Denumirea elementelor de construcție	Valoarea săgeților în funcție de deschidere, l
1	Grinzile căilor de rulare cu inima plină sau cu zăbrele pentru: a) poduri rulante manuale	$\frac{l}{500}$
	b) poduri rulante electrice cu capacitatea de ridicare până la $50 \times 10^3$ kgf, inclusiv	$\frac{l}{600}$
	c) poduri rulante electrice cu capacitatea de ridicare peste $50 \times 10^3$ kgf	$\frac{l}{750}$
2	Căile de rulare ale grinzilor rulante	$\frac{l}{500}$
3	Căile de rulare pentru cărucioare rulante	$\frac{l}{400}$
4	Grinzile platformelor clădirilor industriale: a) când nu susțin linii ferate sau utilaje care produc vibrații: — grinzi principale	$\frac{l}{400}$
	— celelalte grinzi	$\frac{l}{250}$
	b) când susțin căi ferate înguste	$\frac{l}{400}$
	c) când susțin căi ferate cu ecartament normal	$\frac{l}{600}$
5	Grinzile planșelor dintre etaje: a) grinzi principale	$\frac{l}{350}$
	b) celelalte grinzi	$\frac{l}{250}$
6	Grinzile acoperișului și planșelor podurilor clădirilor: a) ferme, grinzi principale și grinzi care susțin cadre de luminator	$\frac{l}{250}$
	b) pane și căpriori	$\frac{l}{200}$
7	Elementele șarpantei pereților și luminatoarelor: a) bare verticale și rigle	$\frac{l}{200}$
	b) șprosurile ferestrelor (în plan vertical și orizontal)	$\frac{l}{180}$
	c) stâlpii pereților când materialul de închidere este elastic (tablă, azbociment, materiale plastice)	$\frac{l}{200}$
8	Panouri metalice de învelitoare: a) în zone fără aglomerare de zăpadă	$\frac{l}{150}$
	b) în zone cu aglomerări de zăpadă	$\frac{l}{400}$
9	Estacade de conducte: a) la grinzi principale	$\frac{l}{350}$
	b) la grinzi secundare	$\frac{l}{300}$

## Lungimi de flambaj la bare cu efort axial variabil

	Articulat la ambele capete	$l_f = l \sqrt{\frac{1 + 2.18 \frac{N_0}{N_1}}{3.18}}$
	Încăstrat la ambele capete	$l_f = l \sqrt{\frac{1 + 0.93 \frac{N_0}{N_1}}{7.72}}$
	Articulat la ambele capete	$l_f = l \sqrt{\frac{1 + 1.09 \frac{N_0}{N_1}}{2.09}}$
	Încăstrat la ambele capete	$l_f = l \sqrt{\frac{1 + 0.35 \frac{N_0}{N_1}}{5.40}}$
	Încăstrat la un capăt și liber la celălalt	$l_f = 2l \sqrt{\frac{1 + 2.18 \frac{N_0}{N_1}}{3.18}}$
		$l_f = 2l \sqrt{\frac{1 + 1.09 \frac{N_0}{N_1}}{2.09}}$
	Articulat la ambele capete	$l_f = l \sqrt{\frac{1 + 0.88 \frac{N_0}{N_1}}{1.88}}$
	Încăstrat la ambele capete	$l_f = l \sqrt{\frac{1 + 0.93 \frac{N_0}{N_1}}{7.72}}$
	Articulat în pct. 1 și încăstrat în pct. 0	$l_f = l \sqrt{\frac{1 + 0.51 \frac{N_0}{N_1}}{3.09}}$
	Articulat în pct. 0 și încăstrat în pct. 1	$l_f = l \sqrt{\frac{1 - 1.65 \frac{N_0}{N_1}}{5.42}}$

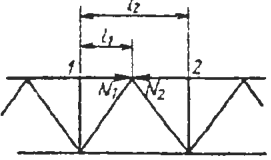
Lungimi de flambaj la grinzi cu zăbrele

Tabelul 1.D.

Grinzi cu zăbrele			
Direcția de flambaj	elementul		
	talpă	diagonale și montanți de reazem	celelalte zăbrele
	$l_f$		
În planul grinzii	$l$	$l$	$0,8 l$
Transversal planului grinzii	$l_1$	$l$	$l$
În care:			
$l$ — lungimea elementului între nodurile teoretice			
$l_1$ — distanța între nodurile fixate împotriva deplasărilor în planul transversal grinzii			

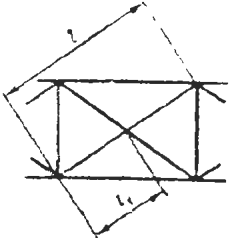
Lungimi de flambaj la grinzi cu zăbrele

Tabelul 1.11.

Barele la capetele 1 și 2 împiedicate să se deplaseze transversal planului grinzii și solicitate de $N_1$ și $N_2$ ( $N_1 < N_2$ )	
schemă grinzii	lungimea de flambaj
	<p>În planul grinzii</p> $l_f = l_1$ <p>transversal planului grinzii</p> $l_f = l_2 \left( 0,75 + 0,25 \frac{N_2}{N_1} \right)$ <p><math>N_1</math> și <math>N_2</math> se introduc cu semnele lor</p>

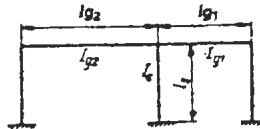
Lungimi de flambaj la grinzi cu zăbrele

Tabelul 1.12.

Zăbrele încrucișate și prinse la intersecții				
schemă grinzii	a) Lungimea de flambaj în plan transversal planului grinzii	caracteristica nodului de intersecție a diagonalelor		
		felul solicitărilor în barele care se opun flambajului		
		întindere	efort nul	compresune
	ambele diagonale neîntrerupte	$0,5 l$	$0,7 l$	$l$
	bara care se opune flambajului este întreruptă și barele sînt legate între ele cu guseu	$0,7 l$	$l$	$1,4 l$
	b) Lungimea de flambaj în planul grinzii $l_f = l_1$			

Tabelul 1.13.

Lungimi de flambaj la stâlpi cu secțiune constantă și efort axial constant

 $l_f = \mu l$								
Coeficienții $\mu$ pentru stâlpii cadrelor cu un nivel cu secțiune constantă și cu încastrare elastică în partea superioară								
$k = \frac{l_2}{l_1} \left( \frac{I_{p1}}{I_{p2}} + \frac{I_{p2}}{I_{p1}} \right) \cdot \frac{l_2}{l_1}$								
Prindere în fundație	0	0,2	0,3	0,5	1,0	2,0	3,0	10,0
Încăstrată	2,0	1,50	1,40	1,28	1,16	1,08	1,06	1,0
Articulată	—	3,42	3,0	2,63	2,33	2,17	2,11	2,00

OBSERVAȚII: 1. Când stîlpul este legat articulat de riglă,  $k=0$ .  
 2. Când stîlpul sînt înegal încărcat și când acoperișul asigură o conștrîngere spațială (șălbă, contravîntuiri rigide) valoarea  $\mu$  pentru stîlpul cel mai încărcat se obține

din tabel și se multiplică cu:  $\sqrt{\frac{\sum N}{N_s} \cdot \frac{I_s}{\sum I}}$  iar valoarea  $\mu$  nu va fi mai mică de 0,7.

$N_s$  — efortul de calcul în stîlpul considerat;  
 $I_s$  — momentul de inerție al stîlpului considerat;  
 $\sum N, \sum I$  — suma eforturilor din stâlpi, respectiv suma momentelor de inerție ale stîlpilor cadrului considerat, la care se adaugă momentele de inerție ale stîlpilor din cele două cadre de o parte și de alta a cadrului considerat.

Tabelul 1.14.

Coeficienți de zveltețe limită ai barelor comprimate

Nr. crt.	Elemente de construcții comprimate	Valoarea maximă admisibilă $\lambda$
1	La grinzi cu zăbrele: — talpi, diagonale de reazem și montanți de reazem care transmit reacțiuni pe reazeme	120
	celelalte elemente	150
2	Stâlpi principali	120
	Stâlpi secundari (stâlpi pereților metalici, ai luminatoarelor etc.), zăbrelele stîlpilor și contravîntuiri între stâlpi (sub grinziile căilor de rulare)	130
3	Contravîntuiri (exclusiv cele arătate la nr. crt. 2)	250
4	Bare care servesc la micșorarea lungimii de flambaj a barelor comprimate și alte elemente care nu fac parte din elementele solicitate direct	230
5	Talpa superioară a fermei acoperișului care rămîne nelegată în timpul montajului (coeficientul de zveltețe limită, după efectuarea montajului trebuie să fie cel indicat la nr. crt. 1)	250
6	Diagonalele construcțiilor spațiale dintr-o singură cornieră: — diagonală solicitată sub 50 % din capacitatea portantă — diagonală solicitată sub 100 % din capacitatea portantă	180 150
Observație: Între 50 % și 100 % se interpolatează liniar		

Coeficienți de zveltețe limită ai barelor întinse

Nr. crt.	Elemente de construcții întinse	Valoare admisibilă la construcții : $\lambda_{max}$		
		solicitate direct de încălzări dinamice	solicitate de încălzări statice	solicitate de încălzări date de poduri rulantă cu regim de funcționare IV și V, convoaie de căi ferate etc.
1	Talpa și diagonalele de reazem ale grinzilor cu zăbrele	250	400	250
2	Celelalte elemente ale grinzilor cu zăbrele	350	400	300
3	Talpa inferioară a grinzilor căilor de rulare cu secțiune plină sau zăbrele	150	—	150
4	Elementele contravînturilor verticale între stâlpi sau sub căile de rulare	300	300	200
5	Alte elemente de contravînturi	400	400	300

Tabelul 1.16.

Coeficienți  $\xi$  pentru calculul zvelteții transformate a grinzilor încovoiate cu secțiune I

Schema de încărcare	$\xi$	Schema de încărcare	$\frac{M_2}{M_1}$	$\xi$	$\frac{M_2}{M_1}$	$\xi$	$\frac{M_2}{M_1}$	$\xi$
	1,12		1,0	1,000	0,5	1,300	0,0	1,750
			0,9	1,048	0,4	1,378	-0,1	1,858
			0,8	1,102	0,3	1,462	-0,2	1,972
			0,7	1,162	0,2	1,552	-0,3	2,092
			0,6	1,228	0,1	1,648	-0,4	2,218
							$\leq -0,5$	2,300

Observație: Încărcările sînt considerate aplicate în axa neutră

$$\xi = 1,75 - 1,05 \frac{M_2}{M_1} + 0,30 \left( \frac{M_2}{M_1} \right)^2 \leq 2,3$$

FORMELE SI DIMENSIUNILE ROSTURILOR LA SUDURILE

CAP LA CAP

Tabel 1.17

DENUMIREA SUDURII	SIMBOLUL SUDURII	FORMA ROSTULUI	FORMA ÎMBINĂRII SI DIMENSIUNILE ROSTULUI
SUDURA ÎN I			 $t$ 2...4 4...6 6...10 $b$ 0...1 0...2 1...3
			 $t$ 4...20 6...22 22...30 $b$ 0...1 0...4 5...7
			 $t$ 2...4 4...6 6...12 $b$ 0...1 0...2 1...3
SUDURA ÎN I PE SUPORT			 $t$ 2...4 4...6 6...8 8...10 $b$ 0...2 1...3 2...4 2...5
SUDURA ÎN V			 $t$ 8...12 12...20 20...30 $\alpha$ 30° 50° 50° 30° 50° $b$ 2...4 3...5 4...6 $c$ 2...4 3...5 4...5



202  
Tabel 1.17 continuare

202  
Tabel 1.17 continuare

<p>SUDURA IN V CU RESUDAREA RADAQNI</p>			<table> <tr> <td>t</td><td>14</td><td>30</td></tr> <tr> <td><math>\alpha^\circ</math></td><td>50</td><td>60</td></tr> <tr> <td>b</td><td>0</td><td>4</td></tr> <tr> <td>c</td><td>0</td><td>4</td></tr> </table>	t	14	30	$\alpha^\circ$	50	60	b	0	4	c	0	4																
t	14	30																													
$\alpha^\circ$	50	60																													
b	0	4																													
c	0	4																													
<p>SUDURA IN V PE SUPOAT</p>		<p>3...6 20...50</p>	<table> <tr> <td>t</td><td>14</td><td>20</td><td>30</td><td>30</td><td>50</td></tr> <tr> <td><math>\alpha^\circ</math></td><td>25</td><td>35</td><td>25</td><td>35</td><td>35</td></tr> <tr> <td>b</td><td>2</td><td>7</td><td>4</td><td>10</td><td>5</td></tr> <tr> <td>c</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr> </table>	t	14	20	30	30	50	$\alpha^\circ$	25	35	25	35	35	b	2	7	4	10	5	c	0	2	0	2	0				
t	14	20	30	30	50																										
$\alpha^\circ$	25	35	25	35	35																										
b	2	7	4	10	5																										
c	0	2	0	2	0																										
<p>SUDURA IN V / I</p>			<table> <tr> <td>t</td><td>18</td><td>16</td><td>16</td><td>20</td><td>20</td><td>24</td></tr> <tr> <td><math>\alpha^\circ</math></td><td>30</td><td>50</td><td>30</td><td>50</td><td>30</td><td>50</td></tr> <tr> <td>b</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr> <td>c</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>8</td><td>7</td><td>9</td></tr> </table>	t	18	16	16	20	20	24	$\alpha^\circ$	30	50	30	50	30	50	b	0	1	0	1	0	1	c	0	1	0	8	7	9
t	18	16	16	20	20	24																									
$\alpha^\circ$	30	50	30	50	30	50																									
b	0	1	0	1	0	1																									
c	0	1	0	8	7	9																									
<p>SUDURA IN X</p>			<table> <tr> <td>t</td><td>3</td><td>15</td></tr> <tr> <td><math>\alpha^\circ</math></td><td>30</td><td>60</td></tr> <tr> <td>b</td><td>0</td><td>4</td></tr> <tr> <td>c</td><td>5</td><td>7</td></tr> </table>	t	3	15	$\alpha^\circ$	30	60	b	0	4	c	5	7																
t	3	15																													
$\alpha^\circ$	30	60																													
b	0	4																													
c	5	7																													
<p>SUDURA IN X ASINETRICA</p>			<table> <tr> <td>t</td><td>15</td><td>5</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr> <td><math>\alpha^\circ</math></td><td>40</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td></tr> <tr> <td>b</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr> <td>c</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td>4</td></tr> </table>	t	15	5	15	15	$\alpha^\circ$	40	50	50	50	b	1	3	2	4	c	1	4	1	4								
t	15	5	15	15																											
$\alpha^\circ$	40	50	50	50																											
b	1	3	2	4																											
c	1	4	1	4																											

FORMELE SI DIMENSIUNILE ROSTULUI  
LA SUDURILE IN COLT

Tabel 1.18

DENUMIREA SUDURII	SIMBOLUL SUDURII	FORMA ROSTULUI	FORMA IMBINARII SI DIMENSIUNILE ROSTULUI												
G		2	3												
SUDURA IN L CU MARGINI SUPRAPUSE			 $t > 2 \text{ mm}$ $b = 0 \dots 2 \text{ mm}$												
SUDURA IN T			 $t = 5 \text{ mm}$ $b = 0 \dots 1 \text{ mm}$												
			 $t > 5 \text{ mm}$ $b = 0 \dots 1 \text{ mm}$												
SUDURA IN T CU PREGATIREA MARGINILOR IN 1/2 V			 <table><tr><td>t</td><td>15</td><td>10</td></tr><tr><td><math>\alpha</math></td><td>45</td><td>60</td></tr><tr><td>b</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>c</td><td>10</td><td>4</td></tr></table>	t	15	10	$\alpha$	45	60	b	0	1	c	10	4
t	15	10													
$\alpha$	45	60													
b	0	1													
c	10	4													

Tabel 1.18 continuare

SUDURA IN T CU PREGATIREA MARGINILOR IN K			<table><tr><td>t</td><td>10...20</td><td>20...40</td><td>40...60</td></tr><tr><td>α</td><td>45...60</td><td>45...60</td><td>45...60</td></tr><tr><td>b</td><td>0...1</td><td>0...2</td><td>0...2</td></tr><tr><td>c</td><td>3...4</td><td>4...6</td><td>4...6</td></tr></table> <p><math>p &gt; h</math> <math>2p &lt; t</math></p>	t	10...20	20...40	40...60	α	45...60	45...60	45...60	b	0...1	0...2	0...2	c	3...4	4...6	4...6
t	10...20	20...40	40...60																
α	45...60	45...60	45...60																
b	0...1	0...2	0...2																
c	3...4	4...6	4...6																
SUDURA IN T CU PREGATIREA MARGINILOR IN K ASIMETRIC			<table><tr><td>t</td><td>20...30</td><td>30...40</td></tr><tr><td>α</td><td>45...55</td><td>45...55</td></tr><tr><td>b</td><td>0...3</td><td>0...3</td></tr><tr><td>c</td><td>0.5...2.5</td><td>0.5...2.5</td></tr></table> <p><math>p1 &gt; h1</math> <math>p2 &gt; h2</math>    <math>p1 + p2 \leq t</math></p>	t	20...30	30...40	α	45...55	45...55	b	0...3	0...3	c	0.5...2.5	0.5...2.5				
t	20...30	30...40																	
α	45...55	45...55																	
b	0...3	0...3																	
c	0.5...2.5	0.5...2.5																	

În cazul îmbinărilor sudate cap la cap a pieselor de grosimi diferite ce nu depășesc valorile date în tabelul 1.18a, pregătirea se face conform tabelului 1.17 după grosimea cea mai mare. Dacă diferența grosimilor depășește valorile din tabelul 1.18a, piesa mai groasă se tesește pe o parte (fig. 1 a) sau pe ambele părți (fig. 2 b) până la grosimea piesei mai subțiri.

dimensiuni în mm		tabelul 1.18 a.			
t	<3	4...6	7...11	12...25	>25
t1-t (t1 > t)	1	2	3	4	5
c	0.5	1	1.5	2	3

Denivelarea de asamblare c fig. 2. a, marginilor pieselor trebuie să nu depășească valorile indicate în tabelul 1.18a. În considerare se ia denivelarea maximă măsurată între marginile neprelucrate sau prelucrate ale pieselor.

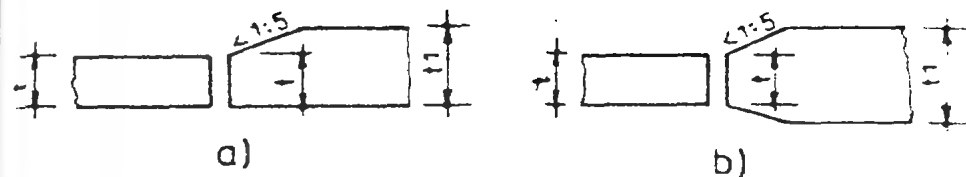


fig. 1

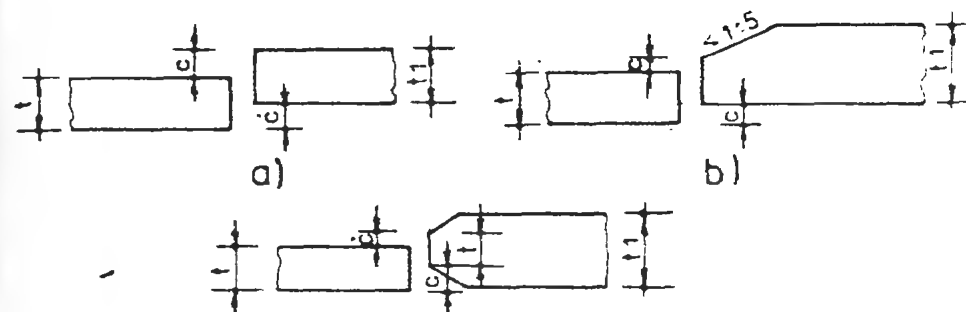


fig. 2

Aria secțiunilor de rezistență în zona filetului la șuruburi

Tabelul 1.19.

Tipul filetului	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30
$A, \text{ mm}^2$	157	245	303	350	459	561

Tabelul 1.20.

Distanțe între șuruburi (nituri) și între acestea și marginile șuruburilor

Nr. crt.	Distanța între nituri și șuruburi și între acestea și marginile pieselor	Distanța
1	Distanța între centrele niturilor sau șuruburilor pe o direcție oarecare, $e$ a) minimă b) maximă, pe șuruburile marginale, când marginea nu este întărită cu corniere de margine, la întindere și compresie c) maximă, pe șuruburile interioare și pe cele marginale când există corniere pe margine - la întindere - la compresie	3 d 8 d sau 12 t
2	Distanța de la centrul nitului sau șurubului până la marginea elementului a) minimă, în lungul efortului, $e_1$ b) minimă, transversal efortului, $e_2$ - când marginile sînt tăiate - la profile laminate c) maxime $e_1, e_2$	2 d 1,5 d 1,2 d 4 d sau 8 t

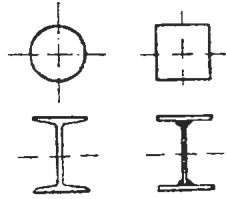
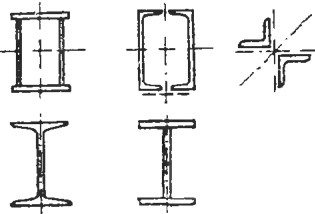
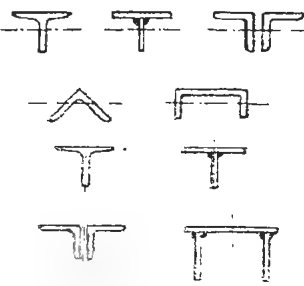
În care: d — diametrul găurii pentru nituri și șuruburi  
t — grosimea celui mai subțire element exterior din pachet  
\*) 3,5d în cazul șuruburilor

Tabelul 1.21.

Coeficienți  $k_1, k_2$  pentru verificarea stabilității pereților elementelor comprimate centric

Marea tabelului	Tălpile granzilor	$\lambda$									
		25		30		75		100		125	
	$k_1$	$k_1$	$k_2$	$k_1$	$k_2$	$k_1$	$k_2$	$k_1$	$k_2$	$k_1$	$k_2$
OL 27	15	14	15	15	17	16,5	19	18	21	20	23
OL 44	14	13	14	14	16	16,5	18	17	20	19	22
OL 52	13	12	13	13	15	14,5	17	16,5	19	18,5	21
CCS 55	12	11	12	12	13,5	13	15	14,5	17	16	19,5
CCS 56	11	10,5	11	11	13	12,5	14,5	14	16	15	17

Încălzirea în curbele de flambaj

Nr. crt.	Tipul profilului	Indicatorul tabelelor cu coeficientul $\varphi$ în funcție de $R_s$
1	a. Tuburi laminate la cald, fără sudură b. Profile dublu T laminate sau sudate din tablă oxipată, care flambează în plan paralel cu inima. 	A — $R_s$
2	a. Chesoane sudate, profile solidarizate b. Profile dublu T laminate sau sudate din tablă oxipată, care flambează în plan paralel cu tălpile 	B — $R_s$
3	Profile deschise cu o axă de simetrie a. Flambaj în plan paralel cu axa de simetrie y-y b. Flambaj în plan perpendicular pe axa de simetrie 	C — $R_s$  3 — 2.

Observații: \* Flambajul se produce prin încovoiere — răsucire dacă  $\varphi$  pentru  $\lambda$  în raport cu axa de simetrie este mai mic decât  $\varphi$  pentru  $\lambda$  în raport cu axa perpendiculară pe axa de simetrie. În acest caz verificarea pierderii stabilității se face cu  $\lambda_{yy} = \gamma \lambda_y$ , dacă coeficientul  $\varphi$  luat din tablele B —  $R_s$  este mai mic decât  $\varphi$  determinat ca  $\lambda_y$  luat din tablele C —  $R_s$ . În același mod se face și verificarea barelor dintr-o singură cornieră.

Coeficienți  $\phi$ ,  $\xi$  pentru oțel OL 37  
( $R_t = 240 \text{ N/mm}^2$ )

Tabelul 123.

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oțel OL 37, pe curbele:								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
0	1,000	0,0	0	1,000	0,0	0	1,000	0,0
1	1,000	1,0	1	1,000	1,0	1	1,000	1,0
2	1,000	2,0	2	1,000	2,0	2	1,000	2,0
3	1,000	3,0	3	1,000	3,0	3	0,999	3,0
4	1,000	4,0	4	0,999	4,0	4	0,999	4,0
5	0,999	5,0	5	0,999	5,0	5	0,998	5,0
6	0,999	6,0	6	0,998	6,0	6	0,997	6,0
7	0,999	7,0	7	0,998	7,0	7	0,996	7,0
8	0,998	8,0	8	0,997	8,0	8	0,995	8,0
9	0,998	9,0	9	0,997	9,0	9	0,994	9,0
10	0,997	10,0	10	0,996	10,0	10	0,992	10,0
11	0,997	11,0	11	0,995	11,0	11	0,990	11,1
12	0,996	12,0	12	0,994	12,0	12	0,989	12,1
13	0,995	13,0	13	0,993	13,1	13	0,987	13,1
14	0,995	14,0	14	0,992	14,1	14	0,985	14,1
15	0,994	15,0	15	0,990	15,1	15	0,982	15,2
16	0,993	16,1	16	0,989	16,1	16	0,980	16,2
17	0,992	17,1	17	0,987	17,1	17	0,977	17,2
18	0,991	18,1	18	0,986	18,2	18	0,975	18,2
19	0,990	19,1	19	0,984	19,2	19	0,972	19,3
20	0,989	20,1	20	0,983	20,2	20	0,969	20,3
21	0,988	21,1	21	0,981	21,2	21	0,965	21,4
22	0,987	22,1	22	0,979	22,2	22	0,962	22,4
23	0,985	23,2	23	0,977	23,3	23	0,959	23,5
24	0,984	24,2	24	0,975	24,3	24	0,955	24,6
25	0,982	25,2	25	0,973	25,3	25	0,951	25,6
26	0,981	26,3	26	0,970	26,4	26	0,943	26,7
27	0,979	27,3	27	0,968	27,4	27	0,944	27,8
28	0,978	28,3	28	0,965	28,5	28	0,939	28,9
29	0,978	29,3	29	0,963	29,5	29	0,935	30,0
30	0,974	30,4	30	0,960	30,6	30	0,931	31,1
31	0,972	31,4	31	0,957	31,7	31	0,926	32,2
32	0,970	32,5	32	0,954	32,8	32	0,922	33,3
33	0,968	33,5	33	0,951	33,8	33	0,917	34,5
34	0,966	34,6	34	0,948	34,9	34	0,912	35,6
35	0,964	35,6	35	0,945	36,0	35	0,907	36,8
36	0,962	36,7	36	0,942	37,1	36	0,902	37,9
37	0,960	37,8	37	0,938	38,2	37	0,897	39,1
38	0,957	38,8	38	0,935	39,3	38	0,892	40,2
39	0,955	39,9	39	0,931	40,4	39	0,886	41,4
40	0,952	40,9	40	0,927	41,5	40	0,881	42,6
41	0,950	42,1	41	0,923	42,6	41	0,875	43,8
42	0,947	43,2	42	0,919	43,8	42	0,866	45,1
43	0,944	44,3	43	0,915	44,9	43	0,863	46,3
44	0,941	45,4	44	0,911	46,1	44	0,858	47,5
45	0,938	46,5	45	0,907	47,3	45	0,852	48,8
46	0,935	47,6	46	0,902	48,4	46	0,846	50,0
47	0,932	48,7	47	0,898	49,6	47	0,840	51,3
48	0,928	49,8	48	0,893	50,8	48	0,833	52,6
49	0,925	50,9	49	0,888	52,0	49	0,827	53,9
50	0,921	52,1	50	0,883	53,2	50	0,821	55,2
51	0,918	53,2	51	0,878	54,2	51	0,814	56,5
52	0,914	54,4	52	0,873	55,7	52	0,808	57,8
53	0,910	55,5	53	0,868	56,9	53	0,801	59,2

Tabelul 123. (continuare)

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oțel OL 37, pe curbele:								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
54	0,906	56,7	54	0,863	58,1	54	0,795	60,6
55	0,902	57,9	55	0,857	59,4	55	0,788	61,9
56	0,898	59,1	56	0,852	60,7	56	0,782	63,3
57	0,893	60,3	57	0,846	62,0	57	0,775	64,7
58	0,889	61,5	58	0,840	63,3	58	0,768	66,2
59	0,884	61,7	59	0,834	64,6	59	0,762	67,6
60	0,879	64,0	60	0,829	65,9	60	0,755	69,1
61	0,875	65,2	61	0,822	67,3	61	0,748	70,5
62	0,870	66,5	62	0,816	68,6	62	0,741	72,0
63	0,865	67,7	63	0,810	70,0	63	0,734	73,5
64	0,860	69,1	64	0,804	71,4	64	0,728	75,0
65	0,854	70,3	65	0,797	72,8	65	0,721	76,5
66	0,849	71,6	66	0,791	74,2	66	0,714	78,1
67	0,843	72,9	67	0,784	75,7	67	0,707	79,7
68	0,838	74,3	68	0,778	77,1	68	0,700	81,3
69	0,832	75,6	69	0,771	78,6	69	0,693	82,9
70	0,826	77,0	70	0,764	80,1	70	0,686	84,5
71	0,820	78,4	71	0,757	81,6	71	0,680	86,1
72	0,814	79,8	72	0,750	83,1	72	0,679	87,8
73	0,808	81,2	73	0,743	84,7	73	0,666	89,5
74	0,801	82,7	74	0,736	86,3	74	0,659	91,2
75	0,795	84,1	75	0,729	87,8	75	0,652	92,9
76	0,788	85,6	76	0,722	89,4	76	0,646	94,6
77	0,782	87,1	77	0,715	91,1	77	0,639	96,3
78	0,775	88,6	78	0,708	92,7	78	0,632	98,1
79	0,768	90,1	79	0,701	94,4	79	0,626	99,8
80	0,762	91,6	80	0,694	96,0	80	0,619	101,7
81	0,755	93,2	81	0,686	97,8	81	0,612	103,5
82	0,748	94,8	82	0,679	99,5	82	0,606	105,3
83	0,741	96,4	83	0,672	101,2	83	0,599	107,2
84	0,733	98,1	84	0,665	103,0	84	0,593	109,1
85	0,726	99,7	85	0,657	104,9	85	0,586	111,0
86	0,719	101,4	86	0,650	106,6	86	0,580	112,9
87	0,712	103,1	87	0,643	108,5	87	0,574	114,8
88	0,704	104,9	88	0,636	110,3	88	0,567	116,9
89	0,697	106,6	89	0,629	112,2	89	0,561	118,8
90	0,690	108,3	90	0,622	114,1	90	0,555	120,8
91	0,682	110,2	91	0,614	116,1	91	0,543	122,8
92	0,675	112,0	92	0,607	118,1	92	0,543	123,5
93	0,668	113,8	93	0,600	120,1	93	0,537	126,9
94	0,660	115,7	94	0,593	122,1	94	0,531	129,0
95	0,653	117,6	95	0,586	124,1	95	0,525	131,1
96	0,645	119,5	96	0,579	126,2	96	0,519	133,3
97	0,638	121,4	97	0,572	128,3	97	0,513	135,4
98	0,631	123,4	98	0,566	130,3	98	0,508	137,5
99	0,623	125,4	99	0,559	132,4	99	0,502	139,7
100	0,616	127,4	100	0,552	134,6	100	0,496	142,0
101	0,609	129,4	101	0,546	136,7	101	0,491	144,2
102	0,602	131,5	102	0,539	138,9	102	0,485	146,5
103	0,594	133,6	103	0,532	141,2	103	0,480	148,7
104	0,587	135,7	104	0,526	143,4	104	0,474	151,1
105	0,580	137,9	105	0,520	145,6	105	0,469	153,3
106	0,573	140,0	106	0,513	148,0	106	0,464	155,6
107	0,566	142,2	107	0,507	150,3	107	0,458	158,1
108	0,559	144,5	108	0,501	152,6	108	0,453	160,5
109	0,553	146,8	109	0,495	154,9	109	0,448	162,8
110	0,546	148,9	110	0,488	157,5	110	0,443	165,3

Tabelul 1.23 (continuare)

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oțel OL 27, pe curbele:								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
111	0,539	151,2	111	0,482	159,9	111	0,433	167,7
112	0,532	153,6	112	0,477	162,2	112	0,433	170,2
113	0,526	155,8	113	0,471	164,7	113	0,428	173,7
114	0,519	158,2	114	0,465	167,2	114	0,424	175,1
115	0,513	160,6	115	0,459	169,7	115	0,419	177,7
116	0,507	162,9	116	0,454	172,2	116	0,414	180,3
117	0,500	165,5	117	0,448	174,8	117	0,410	182,7
118	0,494	167,9	118	0,443	177,3	118	0,405	185,4
119	0,488	170,3	119	0,437	180,0	119	0,400	188,1
120	0,482	172,6	120	0,432	182,6	120	0,396	190,7
121	0,476	176,5	121	0,427	185,2	121	0,392	193,3
122	0,470	177,9	122	0,421	188,0	122	0,387	196,1
123	0,464	180,6	123	0,416	190,7	123	0,383	198,7
124	0,458	183,2	124	0,411	193,4	124	0,379	201,4
125	0,453	185,7	125	0,406	196,2	125	0,375	204,1
126	0,447	188,5	126	0,401	198,9	126	0,371	206,9
127	0,442	191,0	127	0,396	201,8	127	0,366	209,9
128	0,436	193,9	128	0,392	204,4	128	0,362	212,7
129	0,431	196,5	129	0,387	209,8	129	0,358	215,6
130	0,426	199,2	130	0,382	210,3	130	0,355	218,2
131	0,420	202,1	131	0,378	213,1	131	0,351	221,1
132	0,415	204,9	132	0,373	216,1	132	0,347	224,1
133	0,410	207,7	133	0,369	218,9	133	0,343	227,1
134	0,405	210,6	134	0,364	222,1	134	0,339	230,1
135	0,400	213,5	135	0,360	225,0	135	0,336	232,9
136	0,396	216,1	136	0,356	227,9	136	0,332	236,0
137	0,391	219,1	137	0,352	130,9	137	0,329	238,8
138	0,386	222,1	138	0,348	233,9	138	0,325	242,1
139	0,382	224,9	139	0,343	237,3	139	0,322	244,9
140	0,377	228,0	140	0,339	240,5	140	0,318	248,3
141	0,372	231,1	141	0,336	243,2	141	0,315	251,2
142	0,368	234,1	142	0,332	246,4	142	0,312	254,2
143	0,364	237,0	143	0,328	249,7	143	0,308	257,7
144	0,359	240,3	144	0,324	253,0	144	0,305	260,7
145	0,355	243,4	145	0,320	256,3	145	0,302	263,9
146	0,351	246,4	146	0,317	259,3	146	0,299	267,0
147	0,347	249,5	147	0,313	262,8	147	0,296	270,2
148	0,343	252,7	148	0,310	265,8	148	0,293	273,4
149	0,339	255,9	149	0,306	269,4	149	0,289	277,2
150	0,335	259,2	150	0,303	272,5	150	0,286	280,5
151	0,331	262,5	151	0,299	276,1	151	0,284	283,3
152	0,327	265,8	152	0,296	279,4	152	0,281	286,7
153	0,324	268,8	153	0,293	282,7	153	0,278	290,2
154	0,320	272,2	154	0,289	286,5	154	0,275	293,7
155	0,316	275,7	155	0,286	289,8	155	0,272	297,2
156	0,313	278,8	156	0,283	293,2	156	0,269	300,7
157	0,309	282,4	157	0,280	296,7	157	0,267	303,8
158	0,306	285,6	158	0,277	300,2	158	0,264	307,5
159	0,303	288,9	159	0,274	303,8	159	0,261	311,2
160	0,299	292,6	160	0,271	307,4	160	0,259	314,4
161	0,296	295,9	161	0,268	311,0	161	0,256	318,0
162	0,293	299,3	162	0,265	314,7	162	0,254	321,1
163	0,289	303,2	163	0,262	318,4	163	0,251	325,3
164	0,286	306,7	164	0,259	322,3	164	0,249	328,7
165	0,283	310,2	165	0,257	325,5	165	0,246	332,7
166	0,280	313,7	166	0,254	329,4	166	0,244	336,1
167	0,277	317,3	167	0,251	333,3	167	0,241	340,2
168	0,274	320,9	168	0,249	336,7	168	0,239	343,6

Tabelul 1.23 (continuare)

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oțel OL 27, pe curbele:								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
169	0,271	324,6	169	0,246	340,7	169	0,237	347,1
170	0,268	328,4	170	0,244	344,2	170	0,234	351,4
171	0,266	331,6	171	0,241	348,3	171	0,232	355,9
172	0,263	335,4	172	0,239	351,8	172	0,230	358,6
173	0,260	339,3	173	0,236	356,1	173	0,228	362,3
174	0,257	343,2	174	0,234	359,7	174	0,226	366,0
175	0,255	346,6	175	0,231	364,1	175	0,224	373,8
176	0,252	350,6	176	0,229	367,8	176	0,221	374,4
177	0,249	354,7	177	0,227	371,5	177	0,219	378,2
178	0,247	358,2	178	0,224	376,1	178	0,217	382,1
179	0,244	362,4	179	0,222	379,9	179	0,215	386,0
180	0,242	365,9	180	0,220	383,8	180	0,213	390,0
181	0,239	370,2	181	0,218	387,7	181	0,211	394,0
182	0,237	373,8	182	0,216	391,6	182	0,209	398,1
183	0,235	377,5	183	0,213	396,5	183	0,207	402,2
184	0,232	382,0	184	0,211	400,6	184	0,205	406,1
185	0,230	385,8	185	0,209	404,7	185	0,204	409,5
186	0,228	389,5	186	0,207	408,8	186	0,202	413,8
187	0,225	394,2	187	0,205	413,0	187	0,200	418,1
188	0,223	398,1	188	0,203	417,3	188	0,198	422,5
189	0,221	402,0	189	0,201	421,6	189	0,196	426,9
190	0,219	406,0	190	0,199	425,9	190	0,195	430,7
191	0,217	410,0	191	0,197	430,3	191	0,193	434,8
192	0,215	414,1	192	0,195	434,8	192	0,191	439,0
193	0,213	418,2	193	0,194	438,2	193	0,189	443,0
194	0,211	422,3	194	0,192	442,7	194	0,188	447,1
195	0,209	426,5	195	0,190	447,4	195	0,186	452,1
196	0,207	430,8	196	0,188	452,0	196	0,184	456,9
197	0,205	435,1	197	0,186	456,8	197	0,183	460,5
198	0,203	439,5	198	0,185	460,3	198	0,181	465,1
199	0,201	443,9	199	0,183	465,2	199	0,180	469,0
200	0,199	448,3	200			200	0,178	474,0

Coeficienți  $\phi$ ,  $\xi$  pentru oțel OL 44  
( $R_t=290 \text{ N/mm}^2$ )

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oțel OL 44, pe curbele:								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
0	1,000	0,0	0	1,000	0,0	0	1,000	0,0
1	1,000	1,0	1	1,000	1,0	1	1,000	1,0
2	1,000	2,0	2	1,000	2,0	2	1,000	2,0
3	1,000	3,0	3	1,000	3,0	3	0,999	3,0
4	0,999	4,0	4	0,999	4,0	4	0,998	4,0
5	0,999	5,0	5	0,999	5,0	5	0,998	5,0
6	0,999	6,0	6	0,998	6,0	6	0,997	6,0
7	0,998	7,0	7	0,997	7,0	7	0,996	7,0
8	0,998	8,0	8	0,997	8,0	8	0,995	8,0
9	0,997	9,0	9	0,996	9,0	9	0,995	9,0
10	0,997	10,0	10	0,995	10,0	10	0,990	10,0

Tabelul 1.24. (continuare)

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oșei OL 44 pe curbele								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
11	0,996	11,0	11	0,994	11,0	11	0,988	11,1
12	0,995	12,0	12	0,992	12,0	12	0,986	12,1
13	0,994	13,0	13	0,991	13,1	13	0,984	13,2
14	0,994	14,0	14	0,990	14,1	14	0,981	14,2
15	0,993	15,0	15	0,988	15,1	15	0,979	15,2
16	0,991	16,1	16	0,987	16,1	16	0,976	16,2
17	0,990	17,1	17	0,985	17,2	17	0,973	17,3
18	0,989	18,1	18	0,983	18,2	18	0,969	18,3
19	0,988	19,1	19	0,981	19,2	19	0,966	19,3
20	0,987	20,1	20	0,979	20,2	20	0,963	20,4
21	0,985	21,2	21	0,977	21,2	21	0,958	21,5
22	0,984	22,2	22	0,974	22,3	22	0,954	22,5
23	0,982	23,2	23	0,972	23,3	23	0,950	23,6
24	0,980	24,2	24	0,969	24,4	24	0,946	24,7
25	0,979	25,3	25	0,967	25,4	25	0,942	25,8
26	0,977	26,3	26	0,964	26,5	26	0,937	26,9
27	0,975	27,3	27	0,961	27,5	27	0,932	30,0
28	0,973	28,4	28	0,958	28,6	28	0,927	30,1
29	0,971	29,4	29	0,955	29,7	29	0,922	30,2
30	0,969	30,5	30	0,951	30,8	30	0,917	31,3
31	0,966	31,5	31	0,948	31,8	31	0,912	32,5
32	0,964	32,5	32	0,944	32,9	32	0,906	33,6
33	0,961	33,7	33	0,941	34,0	33	0,901	34,8
34	0,959	34,7	34	0,937	35,1	34	0,895	35,9
35	0,956	35,8	35	0,933	36,2	35	0,889	37,1
36	0,953	36,9	36	0,929	37,4	36	0,883	38,3
37	0,950	38,0	37	0,925	38,5	37	0,877	39,5
38	0,947	39,0	38	0,920	39,6	38	0,871	40,7
39	0,944	40,1	39	0,918	40,7	39	0,864	42,0
40	0,941	41,2	40	0,911	41,9	40	0,858	43,2
41	0,938	42,3	41	0,906	43,1	41	0,851	44,4
42	0,934	43,5	42	0,902	44,2	42	0,845	45,7
43	0,931	44,6	43	0,896	45,4	43	0,838	47,0
44	0,927	45,7	44	0,891	46,6	44	0,831	48,3
45	0,923	46,9	45	0,888	47,8	45	0,824	49,6
46	0,919	48,0	46	0,881	49,7	46	0,817	50,9
47	0,915	49,1	47	0,875	50,2	47	0,810	52,2
48	0,911	50,3	48	0,869	51,5	48	0,803	53,6
49	0,906	51,5	49	0,863	52,7	49	0,796	54,9
50	0,902	52,6	50	0,858	54,0	50	0,789	56,3
51	0,897	53,8	51	0,851	55,3	51	0,781	57,7
52	0,892	55,1	52	0,845	56,6	52	0,774	59,1
53	0,888	56,2	53	0,839	57,9	53	0,767	60,5
54	0,882	57,5	54	0,833	59,2	54	0,759	62,0
55	0,877	58,7	55	0,826	60,5	55	0,752	63,4
56	0,872	60,0	56	0,819	61,9	56	0,744	64,9
57	0,866	61,2	57	0,812	63,3	57	0,737	66,4
58	0,861	62,5	58	0,805	64,8	58	0,729	67,9
59	0,855	63,8	59	0,798	66,0	59	0,722	69,4
60	0,849	65,1	60	0,791	67,5	60	0,714	71,0
61	0,843	66,4	61	0,784	68,9	61	0,707	72,5
62	0,837	67,8	62	0,777	70,3	62	0,699	74,2
63	0,830	69,2	63	0,769	71,8	63	0,692	75,7
64	0,824	70,5	64	0,762	73,3	64	0,684	77,4
65	0,817	71,9	65	0,754	74,9	65	0,677	78,9
66	0,811	73,3	66	0,747	76,4	66	0,669	80,7
67	0,804	74,7	67	0,739	77,9	67	0,662	82,3

Tabelul 1.24. (continuare)

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oșei OL 44 pe curbele								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
68	0,797	76,2	68	0,731	79,5	68	0,654	84,1
69	0,789	77,9	69	0,723	81,1	69	0,647	85,8
70	0,782	79,2	70	0,716	82,7	70	0,639	87,6
71	0,779	80,4	71	0,708	84,4	71	0,632	89,3
72	0,767	82,2	72	0,700	86,1	72	0,625	91,1
73	0,760	83,7	73	0,692	87,8	73	0,617	92,9
74	0,752	85,3	74	0,684	89,5	74	0,610	94,7
75	0,744	86,9	75	0,676	91,2	75	0,603	96,6
76	0,737	88,5	76	0,668	93,0	76	0,596	98,4
77	0,729	90,2	77	0,660	94,8	77	0,589	100,3
78	0,721	91,9	78	0,652	96,6	78	0,582	102,2
79	0,713	93,6	79	0,644	98,4	79	0,575	104,2
80	0,705	95,3	80	0,636	100,3	80	0,568	106,1
81	0,697	97,0	81	0,628	102,2	81	0,561	108,1
82	0,689	98,8	82	0,621	104,1	82	0,554	110,2
83	0,681	100,6	83	0,613	106,0	83	0,547	112,2
84	0,672	102,5	84	0,605	108,0	84	0,541	114,2
85	0,664	104,3	85	0,597	110,0	85	0,534	116,3
86	0,656	106,2	86	0,590	112,0	86	0,528	118,4
87	0,648	108,1	87	0,582	114,0	87	0,521	120,5
88	0,640	110,0	88	0,574	116,1	88	0,515	122,6
89	0,632	112,0	89	0,567	118,2	89	0,508	124,9
90	0,624	113,9	90	0,559	120,4	90	0,502	127,0
91	0,616	115,9	91	0,552	122,5	91	0,496	129,2
92	0,608	118,0	92	0,545	124,6	92	0,490	131,4
93	0,600	120,1	93	0,537	126,9	93	0,484	133,7
94	0,592	122,2	94	0,530	129,1	94	0,478	134,7
95	0,584	124,3	95	0,523	131,4	95	0,472	136,3
96	0,577	126,4	96	0,518	133,4	96	0,466	140,6
97	0,569	128,6	97	0,509	136,0	97	0,460	143,0
98	0,561	130,8	98	0,502	138,3	98	0,455	145,3
99	0,554	133,0	99	0,494	140,3	99	0,449	147,7
100	0,546	135,3	100	0,489	143,0	100	0,444	150,1
101	0,539	137,6	101	0,482	145,5	101	0,438	152,6
102	0,532	139,8	102	0,476	147,8	102	0,433	155,0
103	0,524	142,3	103	0,469	150,4	103	0,427	157,6
104	0,517	144,6	104	0,463	152,8	104	0,422	160,1
105	0,510	147,0	105	0,457	155,3	105	0,417	162,6
106	0,503	149,5	106	0,451	157,8	106	0,412	165,1
107	0,496	151,9	107	0,445	160,4	107	0,407	167,7
108	0,490	154,3	108	0,439	163,0	108	0,402	170,3
109	0,483	156,8	109	0,433	165,6	109	0,397	173,0
110	0,476	159,4	110	0,427	168,3	110	0,392	175,7
111	0,470	161,9	111	0,421	171,0	111	0,387	178,4
112	0,464	164,4	112	0,416	173,6	112	0,383	181,0
113	0,457	167,2	113	0,410	176,5	113	0,378	183,8
114	0,451	169,7	114	0,405	179,1	114	0,373	186,6
115	0,445	172,4	115	0,399	182,1	115	0,369	189,3
116	0,439	175,1	116	0,394	184,8	116	0,364	192,3
117	0,433	177,8	117	0,389	187,6	117	0,360	195,0
118	0,427	180,6	118	0,384	190,4	118	0,356	197,8
119	0,421	183,4	119	0,379	193,3	119	0,351	200,9
120	0,416	186,1	120	0,374	196,7	120	0,347	203,7
121	0,410	189,0	121	0,369	199,2	121	0,343	206,6
122	0,405	191,7	122	0,364	202,2	122	0,339	209,5
123	0,399	194,7	123	0,359	205,3	123	0,335	212,5
124	0,394	197,5	124	0,355	208,1	124	0,331	215,5

Tabelul 1.24 (continuare)

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oțel OL 44 pe curbile								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
125	0,389	200,4	125	0,350	211,3	125	0,327	218,6
126	0,384	203,3	126	0,345	214,5	126	0,322	221,7
127	0,379	206,3	127	0,341	217,5	127	0,320	224,5
128	0,374	209,3	128	0,337	220,5	128	0,316	227,7
129	0,369	212,4	129	0,332	223,9	129	0,312	230,9
130	0,364	215,5	130	0,328	227,0	130	0,309	233,9
131	0,359	218,6	131	0,324	230,1	131	0,305	237,2
132	0,355	221,5	132	0,320	233,3	132	0,302	240,2
133	0,350	224,8	133	0,316	236,6	133	0,298	243,6
134	0,346	227,8	134	0,312	240,0	134	0,295	246,7
135	0,341	213,2	135	0,308	243,3	135	0,291	250,3
136	0,337	234,3	136	0,304	246,7	136	0,288	253,4
137	0,333	237,4	137	0,301	249,7	137	0,285	256,6
138	0,329	240,6	138	0,297	253,2	138	0,282	259,9
139	0,325	243,0	139	0,293	256,8	139	0,278	263,6
140	0,320	247,5	140	0,290	260,0	140	0,275	267,0
141	0,317	250,4	141	0,288	263,7	141	0,272	270,4
142	0,313	252,0	142	0,283	265,0	142	0,269	271,9
143	0,309	257,3	143	0,279	270,7	143	0,266	277,3
144	0,305	260,7	144	0,276	274,1	144	0,263	280,8
145	0,301	264,3	145	0,273	277,5	145	0,260	284,4
146	0,298	279,5	146	0,269	279,6	146	0,257	286,0
147	0,294	271,1	147	0,266	285,0	147	0,255	291,1
148	0,290	274,8	148	0,263	288,6	148	0,252	294,8
149	0,287	275,1	149	0,260	292,2	149	0,249	298,6
150	0,284	281,5	150	0,257	295,9	150	0,247	301,8
151	0,280	285,4	151	0,254	299,6	151	0,244	305,7
152	0,277	288,8	152	0,251	303,4	152	0,241	309,6
153	0,274	292,3	153	0,248	307,2	153	0,239	313,0
154	0,270	296,4	154	0,245	311,1	154	0,236	317,0
155	0,267	300,0	155	0,243	314,4	155	0,234	320,4
156	0,264	303,6	156	0,240	318,4	156	0,231	324,6
157	0,261	307,3	157	0,237	322,5	157	0,229	328,1
158	0,258	311,1	158	0,234	326,6	158	0,226	332,4
159	0,255	314,9	159	0,232	330,1	159	0,224	336,0
160	0,252	318,7	160	0,229	334,1	160	0,222	339,1
161	0,249	322,6	161	0,227	337,9	161	0,219	344,0
162	0,247	326,0	162	0,224	342,3	162	0,217	347,8
163	0,244	330,0	163	0,222	345,9	163	0,215	351,5
164	0,241	334,1	164	0,219	350,4	164	0,213	355,3
165	0,238	338,2	165	0,217	354,2	165	0,211	359,2
166	0,236	341,7	166	0,215	358,0	166	0,208	369,0
167	0,233	345,0	167	0,212	362,7	167	0,206	367,9
168	0,231	349,5	168	0,210	366,6	168	0,204	372,0
169	0,228	353,9	169	0,209	369,7	169	0,203	376,0
170	0,226	357,6	170	0,205	375,5	170	0,200	380,1
171	0,223	362,1	171	0,203	379,5	171	0,198	384,3
172	0,221	365,9	172	0,201	383,6	172	0,196	388,5
173	0,218	370,5	173	0,199	387,8	173	0,194	392,8
174	0,216	374,4	174	0,197	392,0	174	0,192	397,1
175	0,214	378,3	175	0,195	396,3	175	0,190	401,5
176	0,212	382,2	176	0,193	400,6	176	0,189	404,8
177	0,209	387,2	177	0,191	405,0	177	0,187	408,3
178	0,207	391,2	178	0,189	409,4	178	0,185	413,8
179	0,205	395,3	179	0,187	413,9	179	0,183	418,4
180	0,203	399,5	180	0,185	418,5	180	0,181	423,1
181	0,201	403,7	181	0,183	423,1	181	0,180	426,5

Tabelul 1.24 (continuare)

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oțel OL 44 pe curbile								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
182	0,199	408,0	182	0,181	427,8	182	0,178	431,4
183	0,197	412,3	183	0,180	431,3	183	0,176	435,2
184	0,195	416,7	184	0,178	436,1	184	0,175	439,8
185	0,193	421,1	185	0,176	441,0	185	0,173	443,6
186	0,191	425,6	186	0,174	445,9	186	0,171	449,3
187	0,189	430,1	187	0,172	450,1	187	0,170	453,7
188	0,187	434,7	188	0,171	454,6	188	0,168	458,7
189	0,185	439,4	189	0,169	459,7	189	0,167	462,5
190	0,183	444,1	190	0,167	464,9	190	0,165	467,7
191	0,181	448,9	191	0,166	468,8	191	0,164	471,6
192	0,180	452,5	192	0,164	474,1	192	0,162	477,0
193	0,178	457,5	193	0,163	478,0	193	0,161	481,0
194	0,176	462,4	194	0,161	483,5	194	0,159	486,5
195	0,174	467,5	195	0,160	487,5	195	0,158	490,6
196	0,173	471,2	196	0,158	493,1	196	0,156	495,2
197	0,171	476,4	197	0,155	500,4	197	0,155	500,4
198	0,170	480,2	198	0,154	504,5	198	0,153	506,2
199	0,163	485,5	199	0,152	510,4	199	0,152	510,4
200	0,167	489,4	200			200	0,151	511,7

Coeficienți  $\phi$  și  $\xi$  pentru oțel OL 52  
( $R_s=360 \text{ N/mm}^2$ )

Tabelul 1.25

Coeficienți $\phi$ , $\xi$ pentru oțel OL 52, pe curbile								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
0	1,000	0,0	0	1,000	0,0	0	1,000	0,0
1	1,000	1,0	1	1,000	1,0	1	1,000	1,0
2	1,000	2,0	2	1,000	2,0	2	1,000	2,0
3	1,000	3,0	3	0,999	3,0	3	0,999	3,0
4	0,999	4,0	4	0,999	4,0	4	0,998	4,0
5	0,999	5,0	5	0,998	5,0	5	0,997	5,0
6	0,999	6,0	6	0,998	6,0	6	0,996	6,0
7	0,998	7,0	7	0,997	7,0	7	0,994	7,0
8	0,997	8,0	8	0,996	8,0	8	0,992	8,0
9	0,997	9,0	9	0,995	9,0	9	0,990	9,0
10	0,996	10,0	10	0,994	10,0	10	0,988	10,1
11	0,995	11,0	11	0,992	11,0	11	0,986	11,1
12	0,994	12,0	12	0,991	12,1	12	0,983	12,1
13	0,993	13,0	13	0,989	13,1	13	0,980	12,1
14	0,992	14,1	14	0,987	14,1	14	0,977	14,2
15	0,991	15,1	15	0,985	15,1	15	0,973	15,2
16	0,989	16,1	16	0,983	16,1	16	0,970	16,2
17	0,988	17,1	17	0,981	17,2	17	0,968	17,3
18	0,986	18,1	18	0,979	18,2	18	0,963	18,4
19	0,985	19,1	19	0,976	19,2	19	0,958	19,4
20	0,983	20,2	20	0,974	20,3	20	0,953	20,5
21	0,981	21,2	21	0,971	21,3	21	0,949	21,6
22	0,979	22,2	22	0,968	22,4	22	0,944	22,6
23	0,977	23,3	23	0,965	23,4	23	0,939	23,7

Tabelul 1.25 (continuare)

Coeficienți $\phi, \xi$ pentru oțel OL 32, pe curbile:								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
21	0,975	24,3	24	0,962	24,5	24	0,934	24,8
25	0,973	25,3	25	0,958	25,5	25	0,928	25,9
26	0,971	26,4	26	0,955	26,6	26	0,922	27,1
27	0,968	27,4	27	0,951	27,7	27	0,917	28,2
28	0,966	28,5	28	0,947	28,8	28	0,911	29,3
29	0,963	29,6	29	0,943	29,9	29	0,904	30,5
30	0,960	30,6	30	0,939	31,0	30	0,898	31,7
31	0,957	31,7	31	0,935	32,1	31	0,892	32,8
32	0,954	32,8	32	0,930	33,2	32	0,885	34,0
33	0,951	33,8	33	0,926	34,3	33	0,878	35,2
34	0,948	34,9	34	0,921	35,4	34	0,871	36,4
35	0,944	36,0	35	0,916	36,6	35	0,864	37,6
36	0,941	37,1	36	0,911	37,7	36	0,857	38,9
37	0,937	38,2	37	0,905	38,9	37	0,850	40,1
38	0,933	39,3	38	0,900	40,1	38	0,842	41,4
39	0,929	40,5	39	0,894	41,2	39	0,835	42,7
40	0,925	41,6	40	0,888	42,4	40	0,827	44,0
41	0,920	42,7	41	0,882	43,7	41	0,819	45,3
42	0,916	43,9	42	0,876	44,9	42	0,812	46,6
43	0,911	45,1	43	0,870	46,1	43	0,804	48,0
44	0,906	46,2	44	0,863	47,4	44	0,796	49,3
45	0,901	47,4	45	0,857	48,6	45	0,788	50,7
46	0,896	48,6	46	0,850	49,9	46	0,779	52,1
47	0,891	49,8	47	0,843	51,2	47	0,771	53,5
48	0,885	51,0	48	0,836	52,5	48	0,763	54,9
49	0,879	52,3	49	0,828	53,8	49	0,755	56,4
50	0,874	53,5	50	0,821	55,2	50	0,746	57,9
51	0,867	54,8	51	0,813	56,4	51	0,738	59,4
52	0,861	56,0	52	0,806	57,9	52	0,730	60,9
53	0,855	57,3	53	0,798	59,3	53	0,721	62,4
54	0,848	58,6	54	0,790	60,7	54	0,713	63,9
55	0,841	60,0	55	0,782	62,2	55	0,705	65,5
56	0,834	61,3	56	0,774	63,6	56	0,696	67,1
57	0,827	62,7	57	0,765	65,2	57	0,688	68,7
58	0,820	64,0	58	0,757	66,7	58	0,679	70,4
59	0,812	65,5	59	0,749	68,2	59	0,671	72,0
60	0,805	66,9	60	0,740	69,7	60	0,663	73,7
61	0,797	68,3	61	0,731	71,3	61	0,654	75,4
62	0,789	69,8	62	0,723	72,9	62	0,646	77,1
63	0,781	72,3	63	0,714	74,6	63	0,638	78,9
64	0,773	72,8	64	0,705	76,2	64	0,630	80,6
65	0,764	74,4	65	0,696	77,9	65	0,622	82,4
66	0,756	75,9	66	0,688	79,6	66	0,614	84,2
67	0,747	77,5	67	0,679	81,3	67	0,605	86,1
68	0,739	79,1	68	0,670	83,1	68	0,598	87,9
69	0,730	80,8	69	0,661	84,9	69	0,590	89,8
70	0,721	82,4	70	0,652	86,7	70	0,582	91,8
71	0,712	84,1	71	0,643	88,5	71	0,574	93,7
72	0,703	85,9	72	0,635	90,4	72	0,566	95,7
73	0,694	87,6	73	0,626	92,3	73	0,559	97,6
74	0,685	89,4	74	0,617	94,2	74	0,551	99,7
75	0,676	91,2	75	0,608	96,2	75	0,544	101,7
76	0,667	93,1	76	0,600	98,1	76	0,536	103,8
77	0,658	94,9	77	0,591	100,2	77	0,529	105,9
78	0,649	96,8	78	0,583	102,2	78	0,522	108,0
79	0,640	98,9	79	0,574	104,3	79	0,515	109,7
80	0,631	100,7	80	0,566	106,3	80	0,508	112,2
81	0,622	102,7	81	0,558	108,4	81	0,501	114,1
82	0,613	104,7	82	0,549	110,7	82	0,494	116,7

Tabelul 1.25 (continuare)

Coeficienți $\phi, \xi$ pentru oțel OL 32, pe curbile:								
A			B			C		
$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$	$\lambda$	$\phi$	$\xi$
83	0,604	106,8	83	0,541	112,8	83	0,487	118,9
84	0,595	108,9	84	0,533	115,1	84	0,480	121,2
85	0,587	110,9	85	0,525	117,3	85	0,474	123,7
86	0,578	113,1	86	0,517	119,6	86	0,467	125,8
87	0,569	115,3	87	0,510	121,8	87	0,461	128,1
88	0,561	117,5	88	0,502	124,2	88	0,454	130,6
89	0,553	119,7	89	0,495	126,5	89	0,448	133,0
90	0,544	122,0	90	0,487	129,0	90	0,442	135,4
91	0,536	124,3	91	0,480	131,3	91	0,436	137,8
92	0,528	126,6	92	0,473	133,8	92	0,430	140,3
93	0,520	129,0	93	0,465	136,4	93	0,424	142,8
94	0,512	131,4	94	0,459	138,7	94	0,418	145,4
95	0,504	133,8	95	0,452	141,3	95	0,413	147,8
96	0,497	136,2	96	0,445	143,9	96	0,407	150,5
97	0,489	138,7	97	0,438	146,6	97	0,401	153,2
98	0,482	141,2	98	0,432	149,1	98	0,396	155,7
99	0,474	143,8	99	0,425	151,9	99	0,391	158,3
100	0,467	146,3	100	0,419	154,5	100	0,385	161,2
101	0,460	148,9	101	0,413	157,2	101	0,380	163,8
102	0,453	151,5	102	0,407	159,9	102	0,375	166,6
103	0,446	154,2	103	0,401	162,7	103	0,370	169,4
104	0,440	156,8	104	0,395	165,5	104	0,365	172,1
105	0,433	159,6	105	0,389	168,4	105	0,360	175,0
106	0,427	162,2	106	0,383	171,3	106	0,355	177,9
107	0,420	165,1	107	0,377	174,3	107	0,351	180,6
108	0,414	167,8	108	0,372	177,1	108	0,346	183,6
109	0,408	170,4	109	0,367	179,9	109	0,341	186,7
110	0,402	173,5	110	0,361	183,1	110	0,337	189,5
111	0,396	176,4	111	0,356	186,0	111	0,332	192,6
112	0,390	179,3	112	0,351	189,0	112	0,328	195,6
113	0,384	182,4	113	0,346	192,1	113	0,324	198,5
114	0,379	185,2	114	0,341	195,2	114	0,320	201,5
115	0,373	188,3	115	0,336	198,4	115	0,315	204,9
116	0,368	191,2	116	0,331	201,6	116	0,311	208,0
117	0,362	194,5	117	0,327	204,6	117	0,307	211,2
118	0,357	197,5	118	0,322	207,9	118	0,303	214,4
119	0,352	200,6	119	0,318	211,0	119	0,299	217,6
120	0,347	203,7	120	0,313	214,5	120	0,296	220,6
121	0,342	206,9	121	0,309	217,7	121	0,292	223,9
122	0,337	210,2	122	0,305	220,9	122	0,289	227,3
123	0,333	213,2	123	0,300	224,6	123	0,285	230,4
124	0,328	216,5	124	0,296	227,9	124	0,281	233,9
125	0,323	219,9	125	0,292	231,3	125	0,278	237,1
126	0,319	223,1	126	0,288	234,8	126	0,274	240,1
127	0,315	226,3	127	0,284	238,3	127	0,271	243,9
128	0,310	229,9	128	0,281	241,5	128	0,267	247,7
129	0,306	233,2	129	0,277	245,1	129	0,264	251,1
130	0,302	236,6	130	0,273	248,8	130	0,261	254,5
131	0,298	240,0	131	0,270	252,1	131	0,258	257,9
132	0,294	243,4	132	0,266	255,9	132	0,254	261,9
133	0,290	246,9	133	0,263	259,3	133	0,251	265,5
134	0,286	250,6	134	0,259	263,3	134	0,248	269,1
135	0,282	254,2	135	0,256	266,8	135	0,245	272,7
136	0,278	257,9	136	0,252	270,9	136	0,242	276,5
137	0,275	261,3	137	0,249	274,5	137	0,240	279,6
138	0,271	265,1	138	0,246	278,2	138	0,237	283,5
139	0,268	268,5	139	0,243	282,0	139	0,234	287,3
140	0,264	272,5	140	0,240	285,8	140	0,231	291,0
141	0,261	276,0	141	0,237	289,6	141	0,228	295,0

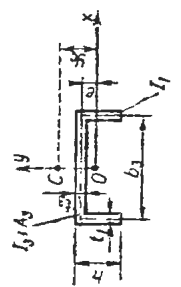


Tabelul 7.25. (continuare)

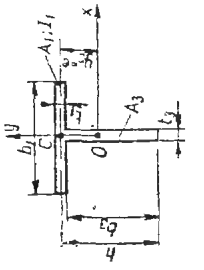
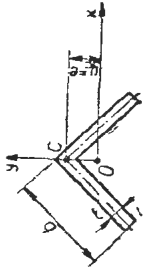
Coeficienta $\alpha$ , $\xi$ pentru oțel OL 52, pe curbele:								
A			B			C		
$\lambda$	$\alpha$	$\xi$	$\lambda$	$\alpha$	$\xi$	$\lambda$	$\alpha$	$\xi$
142	0,257	280,1	142	0,234	293,5	142	0,226	298,7
143	0,254	283,7	143	0,231	297,5	143	0,223	302,8
144	0,251	287,4	144	0,228	301,6	144	0,221	306,3
145	0,248	291,2	145	0,225	305,7	145	0,218	310,6
146	0,245	295,0	146	0,223	309,2	146	0,216	314,1
147	0,242	298,8	147	0,220	313,4	147	0,213	318,5
148	0,239	302,7	148	0,217	317,7	148	0,211	322,2
149	0,236	306,7	149	0,214	322,1	149	0,208	326,7
150	0,233	310,8	150	0,212	325,8	150	0,206	330,5
151	0,230	314,9	151	0,209	330,3	151	0,204	334,3
152	0,227	319,0	152	0,207	334,1	152	0,201	339,0
153	0,224	323,3	153	0,204	338,7	153	0,199	343,0
154	0,222	326,8	154	0,202	342,6	154	0,197	347,0
155	0,219	331,2	155	0,200	346,6	155	0,195	351,0
156	0,217	334,8	156	0,197	350,5	156	0,193	355,1
157	0,214	339,4	157	0,195	354,5	157	0,191	359,2
158	0,211	343,9	158	0,193	358,6	158	0,188	364,4
159	0,209	347,8	159	0,191	362,8	159	0,186	368,7
160	0,207	351,7	160	0,189	366,0	160	0,184	373,0
161	0,204	355,5	161	0,186	370,3	161	0,182	377,4
162	0,202	359,4	162	0,184	374,7	162	0,181	380,8
163	0,199	363,4	163	0,182	379,1	163	0,179	385,3
164	0,197	367,5	164	0,180	383,6	164	0,177	389,8
165	0,195	371,7	165	0,178	388,1	165	0,175	394,4
166	0,193	375,9	166	0,176	392,6	166	0,173	399,1
167	0,191	380,1	167	0,174	397,1	167	0,171	403,8
168	0,188	384,3	168	0,172	401,6	168	0,169	408,7
169	0,186	388,5	169	0,170	406,1	169	0,168	412,3
170	0,184	392,7	170	0,168	410,6	170	0,166	417,2
171	0,182	396,9	171	0,167	415,1	171	0,164	422,3
172	0,180	401,1	172	0,165	419,6	172	0,163	426,0
173	0,178	405,3	173	0,163	424,1	173	0,161	431,2
174	0,176	409,5	174	0,161	428,6	174	0,159	436,4
175	0,174	413,7	175	0,160	433,1	175	0,158	440,3
176	0,173	417,9	176	0,158	437,6	176	0,156	445,6
177	0,171	422,1	177	0,156	442,1	177	0,154	451,0
178	0,169	426,3	178	0,155	446,6	178	0,153	455,1
179	0,167	430,5	179	0,153	451,1	179	0,151	460,6
180	0,165	434,7	180	0,151	455,6	180	0,150	464,8
181	0,164	438,9	181	0,150	460,1	181	0,148	470,5
182	0,162	443,1	182	0,148	464,6	182	0,147	474,7
183	0,160	447,3	183	0,147	469,1	183	0,146	478,9
184	0,159	451,5	184	0,145	473,6	184	0,144	484,9
185	0,157	455,7	185	0,144	478,1	185	0,143	489,2
186	0,155	460,0	186	0,142	482,6	186	0,141	495,3
187	0,154	464,2	187	0,141	487,1	187	0,140	499,8
188	0,152	468,4	188	0,139	491,6	188	0,139	504,3
189	0,151	472,6	189	0,138	496,1	189	0,137	510,6
190	0,149	476,9	190	0,137	500,6	190	0,136	515,2
191	0,148	481,1	191	0,135	505,1	191	0,135	519,8
192	0,146	485,3	192	0,134	509,6	192	0,134	524,5
193	0,145	489,5	193	0,133	514,1	193	0,132	531,2
194	0,143	493,7	194	0,131	518,6	194	0,131	536,0
195	0,142	497,9	195	0,130	523,1	195	0,130	540,8
196	0,141	502,1	196	0,129	527,6	196	0,129	545,7
197	0,139	506,3	197	0,128	532,1	197	0,127	552,8
198	0,138	510,5	198	0,126	536,6	198	0,126	557,8
199	0,136	514,7	199	0,125	541,1	199	0,125	562,9
200	0,135	518,9	200			200	0,124	568,0

Tabelul 7.26.

Secțiunea cu o axă de simetrie; caracteristicile necesare verificării de stabilitate

Profilul	$\nu_c$	$I_y$	$I_x$
 $I_1 = h_1^3 \left( \frac{b_1^2}{12} \right) ; I_2 = \frac{h_1 b_1^3}{12}$ $I_y = 2 I_1 + I_2$	$e + \frac{I_1}{I_y} h$	$\frac{1}{I_y} \left[ e I_1 - (h - e) I_2 \right]$	$\frac{1}{I_y} \left[ e (A_1 e^3 + I_1) + (2e - h) I_2 + \frac{I_1}{2} e^2 - \frac{I_2}{4} (h - e)^2 \right]$ $\frac{I_1 I_2}{I_y^2} \frac{h^2}{3}$

Tabelul 26. (continuare)

Profilul	$v_x$	$r_x$	$I_{ox}$
	$\frac{b_1 h_1}{2A} (b_1 + c_1)$	$\frac{1}{I_x} \left[ b_1 c_1 I_2 + A_1 c_1^3 + \frac{I_2}{4} c_1^4 - \frac{I_2}{4} (h - c_1)^4 \right]$	$\frac{(b_1 h_1)^3}{144} + \frac{(b_2 h_2)^3}{36}$
	$\frac{b}{4} \frac{\sqrt{2}}{4}$	$-\frac{b}{2} \frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{(b h)^3}{18}$

Grinzii cu cinci deschideri; calculul momentelor și forțelor tăietoare

Tabelul 127.

Numărul de ordine al secțiunilor $n = 10 \frac{z}{l}$	Momente încovoietoare			Forțe tăietoare (reacțiuni)		
	Sarcini permanente $g$ , $a$	Sarcini utile $p$ , $b$		Sarcini permanente $d$	Sarcini utile $e$	
		+	-		+	-
0	0	0	0	+0,395	+0,447	-0,053
1	0,0345	+0,0397	-0,0053	+0,295	+0,354	-0,059
2	0,0589	695	105	+0,195	+0,273	-0,078
3	0,0734	892	158	+0,095	+0,204	-0,109
4	0,0779	989	211	-0,005	+0,147	-0,152
5	0,0724	987	263	-0,105	+0,102	0,207
6	0,0568	884	316	-0,205	+0,067	-0,272
7	0,0313	682	368	-0,305	+0,042	-0,347
8	-0,0042	381	423	-0,405	+0,026	-0,431
9	-0,0497	183	680	-0,505	+0,017	-0,522
10	-0,1053	144	1 196	-0,605 (-1,132) +0,526	+0,014 (+1,218) +0,598	-0,620 (-0,085) -0,072
11	-0,0576	140	717	+0,426	+0,502	-0,076
12	-0,0200	300	300	-0,326	+0,414	-0,088
13	+0,0076	563	487	-0,226	+0,336	-0,110
14	-0,0253	726	474	-0,126	+0,270	0,143
15	-0,0329	789	461	+0,026	-0,215	-0,188
16	-0,0305	753	417	-0,074	+0,171	-0,245
17	-0,0182	616	434	-0,174	+0,139	-0,318
18	-0,0012	389	432	-0,274	+0,118	-0,392
19	-0,0366	280	646	-0,374	+0,106	-0,480
20	-0,0789	323	1 112	-0,474 (+0,974) +0,500	+0,103 (+1,168) +0,591	-0,577 (-0,211) -0,091
21	-0,0339	293	633	+0,400	+0,494	-0,094
22	+0,0011	416	405	+0,300	+0,406	-0,106
23	+0,0261	655	395	+0,200	-0,328	-0,128
24	-0,0111	805	395	-0,100	+0,260	-0,160
25	+0,0461	855	395	0	+0,205	-0,205

Observație. Coeficienții  $d$  și  $e$  din paranteză servesc la determinarea reacțiilor

$$M = agF^2 + bpF^2$$

$$T = dgF + epF$$

Grinzii simplu rezemate; calculul săgeților

Nr. crt.	Încăleiri diagrame T, M	Momentul încovoietor maxim M	Săgata $f = \frac{Ml^3}{10I}$
			a
1		$\frac{Pl}{4}$	39,68
2		$\frac{Pab}{l}$ $\frac{2Pl}{9}$ pentru $a = \frac{l}{3}$ $\frac{3Pl}{16}$ pentru $a = \frac{l}{4}$ $\frac{5Pl}{36}$ pentru $a = \frac{l}{6}$	$29,76 \frac{l}{b} - 39,68 \frac{a^2}{lb}$ 38,03 36,38 34,39
3		$\frac{pl^2}{8}$	49,60
4		$\frac{M_1 + M_2}{2}$ pentru $x = \frac{l}{2}$	59,52

$$[f] = \text{cm}; \quad [M] = \text{KNm}; \quad [l] = \text{m}; \quad [I] = \text{cm}^4;$$

Grinzii simplu rezemate; cu console; calculul săgeților

Nr. crt.	Încăleiri diagrame T, M	Momentul încovoietor maxim M	Săgata $f = \frac{Ml^3}{10I}$
			a
1		$-Pa$	La capătul consolei $317,5 \frac{a^4}{l^3} + 238,1 \frac{a}{l}$ Pentru $x = \frac{l}{2}$ -59,52
2		$-\frac{pa^2}{2}$ Pentru $a < 0,3536 l$ $M_{max} = \frac{p(l^2 - 4a^2)}{8}$	La capătul consolei $-39,68 \frac{l}{a} + 119,0 \frac{a^2}{l^3}$ Pentru $x = \frac{l}{2}$ $12,40 \frac{p}{a^3} - 59,52$
3		$-\frac{pa^2}{2}$	La capătul consolei $228,1 \frac{a}{l} + 119,0 \frac{a^3}{l^3}$ Pentru $x = \frac{l}{2}$ -59,52

$$[f] = \text{cm} \quad [M] = \text{KNm} \quad [l] = \text{m} \quad [I] = \text{cm}^4$$

Grinză consolidă; calculul săgeților

Nr. crt.	Încărciri, diagrame $T, M$	Momentul încovoitor maxim $M$	Săgeata $f = \frac{Ml^3 \alpha}{10l}$
			$\alpha$
1		$-Pl$	158,7
2		$-Pb$ $-P \frac{l}{2}$ pentru $a = \frac{l}{2}$	$158,7 \frac{b^3}{l^3} + 238,1 \frac{ab}{l^2}$ 99,21
3		$-\frac{pl^2}{2}$	119,0
4		$-\frac{pb^3}{6}$ $-\frac{pl^2}{8}$ pentru $a = \frac{l}{2}$	$119,0 \frac{b^3}{l^3} + 158,7 \frac{ab}{l^2}$ 69,44
5		$-\frac{pl^2}{6}$	95,24
6		$-M$	238,1

$$[l]=cm \quad [M]=KNm \quad [l]=m \quad [M]=m^4$$

Tabelul 1.28.

Grinzi încastate la un capăt și simplu rezemate la celălalt capăt;  
calculul săgeților

Nr. crt.	Încărciri, diagrame $T, M$	Momentul încovoitor maxim $M$	Săgeata $f = \frac{Ml^3 \alpha}{10l}$
			$\alpha$
1		$-\frac{3Pl}{16}$	Pentru $x=0,5l$ 23,15 $f_{max}$ pentru $x=0,4772l$ 23,86
2		$-\frac{1}{3} Pl$	Pentru $x=0,5l$ 20,94 $f_{max}$ pentru $x=0,4226l$ 21,73
3		$-\frac{1}{8} pl^2$	Pentru $x=0,5l$ 19,84 $f_{max}$ pentru $x=0,4215l$ 20,85
4		$-\frac{1}{15} pl^2$	Pentru $x=0,5l$ 16,78 $f_{max}$ pentru $x=0,4473l$ 17,04

$$[f]=cm \quad [M]=KNm \quad [l]=m \quad [I]=cm^4$$

Grinzi dublu încastrate; calculul săgeților





Nr. crt.	Încălezi, diagrame $T, M$	Momentul încovoitor maxim $M$	Săgeata $f = \frac{Ml^3 \alpha}{10I}$
			$\alpha$
1		$-\frac{Pl}{8}$	19,81
2		$-\frac{Pab^2}{a+3b}$	$\alpha < b$ $f_{max}$ pentru $x = \frac{b}{a+3b}$ $317,5 \frac{ab}{(a+3b)^3}$
3		$-\frac{Pab}{a+3b}$	$59,52 \frac{a}{b} - 79,36 \frac{a^2}{l}$ 16,53
4		$-\frac{pl^2}{12}$	14,84

$$[l] = \text{cm}; \quad [M] = \text{KNm}; \quad [l] = \text{m}; \quad [I] = \text{cm}^4;$$

Calculul integralei

$$\int M m \, dx \text{ pentru diferite tipuri de diagrame } M \text{ și } m \left( f = \frac{M m \, dx}{EI} \right)$$

$M \backslash m$			
	$l M m$	$\frac{1}{2} l M m$	$\frac{1}{2} l M (m_1 + m_2)$
	$\frac{1}{2} l M m$	$\frac{1}{3} l M m$	$\frac{1}{6} l M (m_1 + 2m_2)$
	$\frac{1}{2} l M m$	$\frac{1}{6} l M m$	$\frac{1}{6} l M (2m_1 + m_2)$
	$\frac{1}{2} l (M_1 + M_2) m$	$\frac{1}{6} l (M_1 + 2M_2) m$	$\frac{1}{6} l [2M_1 m_1 + M_1 m_2 + M_2 m_1 + 2M_2 m_2]$
	$\frac{2}{3} l M m$	$\frac{1}{3} l M m$	$\frac{1}{3} l M (m_1 + m_2)$
	$\frac{2}{3} l M m$	$\frac{5}{12} l M m$	$\frac{1}{12} l M (3m_1 + 5m_2)$
	$\frac{2}{3} l M m$	$\frac{1}{4} l M m$	$\frac{1}{12} l M (5m_1 + 3m_2)$
	$\frac{1}{3} l M m$	$\frac{1}{4} l M m$	$\frac{1}{12} l M (m_1 + 3m_2)$
	$\frac{1}{3} l M m$	$\frac{1}{12} l M m$	$\frac{1}{12} l M (3m_1 + m_2)$
	$\frac{1}{2} l M m$	$\frac{1}{6} l (1 + \alpha) M m$	$\frac{1}{6} l M [(1 + \beta)m_1 + (1 + \alpha)m_2]$

			
$\frac{2}{3} l M m$	$\frac{2}{3} l M m$	$\frac{1}{3} l M m$	$\frac{1}{2} l M m$
$\frac{1}{3} l M m$	$\frac{5}{12} l M m$	$\frac{1}{4} l M m$	$\frac{1}{8} l(1+\alpha) M m$
$\frac{1}{3} l M m$	$\frac{1}{4} l M m$	$\frac{1}{12} l M m$	$\frac{1}{8} l(1+\beta) M m$
$\frac{1}{3} l(M_1 + M_2) m$	$\frac{1}{12} l(3M_1 + 5M_2) m$	$\frac{1}{12} l(M_1 + 3M_2) m$	$\frac{1}{6} l \alpha [(1+\beta)M_1 + (1+\alpha)M_2]$
$\frac{8}{15} l M m$	$\frac{7}{15} l M m$	$\frac{1}{5} l M m$	$\frac{1}{3} l(1+\alpha\beta) M m$
$\frac{7}{15} l M m$	$\frac{8}{15} l M m$	$\frac{3}{10} l M m$	$\frac{1}{12} l(5-\beta-\beta^2) M m$
$\frac{7}{15} l M m$	$\frac{11}{30} l M m$	$\frac{2}{15} l M m$	$\frac{1}{12} l(5-\alpha-\alpha^2) M m$
$\frac{1}{5} l M m$	$\frac{3}{10} l M m$	$\frac{1}{5} l M m$	$\frac{1}{12} l(1+\alpha+\alpha^2) M m$
$\frac{1}{5} l M m$	$\frac{2}{15} l M m$	$\frac{1}{30} l M m$	$\frac{1}{12} l(1+\beta+\beta^2) M m$
$\frac{1}{3} l(1+\alpha^2) M m$	$\frac{1}{12} l(5-\beta-\beta^2) M m$	$\frac{1}{12} l(1+\alpha+\alpha^2) M m$	$\frac{1}{3} l M m$

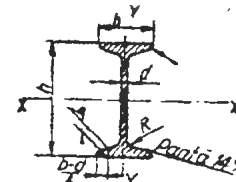
PRODUSE DIN OȚEL FOLOSITE ÎN CONSTRUCȚII METALICE;  
DIMENSIUNI, MASE, CARACTERISTICI GEOMETRICE

Oțel laminat la cald

Tabelul 2.1

$h$  — înălțimea profilului  
 $d$  — grosimea inimii  
 $R$  — raza de rotunjire interioară a tălpilor  
 $r$  — raza de rotunjire a tălpilor la vîrf  
 $I$  — momentul de inerție  
 $W$  — modulul de rezistență  
 $t = \sqrt{\frac{I}{A}}$  — raza de girație  
 $S$  — momentul static al semisecțiunii  
 $b$  — lățimea tălpilor  
 $t$  — grosimea medie a tălpilor

raportate la axa de încovoiere respectivă



Denumirea profilului	Dimensiuni, mm					Aria secțiunii $A$ , cm <sup>2</sup>	Masa $G$ , kg/m	Mărimi statice pentru axe de încovoiere						$S_x$ , cm <sup>3</sup>
	$h$	$b$	$t$	$d = R$	$r$			$X-X$			$Y-Y$			
								$I_{x_0}$ , cm <sup>4</sup>	$W_{x_0}$ , cm <sup>3</sup>	$i_{x_0}$ , cm	$I_y$ , cm <sup>4</sup>	$W_{y_0}$ , cm <sup>3</sup>	$i_y$ , cm	
8	80	42	5,90	3,9	2,3	7,58	5,95	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	11,4
10	100	50	6,80	4,5	2,7	10,6	8,32	171	34,2	4,01	12,2	4,88	1,07	19,9
12	120	58	7,70	5,1	3,1	14,2	11,2	328	54,6	4,81	21,5	7,41	1,23	31,8
14	140	66	8,60	5,7	3,4	18,3	14,4	573	81,9	5,61	36,2	10,71	1,40	47,7
16	160	74	9,50	6,3	3,8	22,8	17,9	935	117	6,40	54,7	14,8	1,55	68,0
18	180	82	10,40	6,9	4,1	27,9	21,9	1 450	161	7,20	81,3	19,8	1,71	93,4
20	200	90	11,30	7,5	4,5	33,5	26,3	2 140	214	8,00	117	26,0	1,87	125
24	240	106	13,10	8,7	5,2	46,1	36,2	4 250	354	9,59	221	41,7	2,20	206
30	300	125	16,20	10,8	6,5	69,1	54,2	9 800	653	11,9	451	72,2	2,56	381
40	400	155	21,60	14,4	8,6	118,0	92,6	29 210	1 460	15,7	1 160	149,0	3,13	857

## Observații:

- dimensiunile sînt extrase din STAS 565-80;
- se lucrează din oțel OL 37, OL 42, OL 44 și OL 52 conform STAS 500/2-80;
- lungimi fixe: 6...12 m; peste 12 m, numai prin înțelegere specială;
- exemplu de notare, pentru un profil cu înălțimea de 200 mm: I 20

- $h$  — înălțimea profilului  
 $t$  — grosimea medie a tălpilor  
 $R$  — raza de rotunjire interioară a tălpilor  
 $r$  — raza de rotunjire a tălpilor la vîrf

- $I$  — momentul de inerție  
 $W$  — modulul de rezistență

raportate la axa de încovoiere respectivă

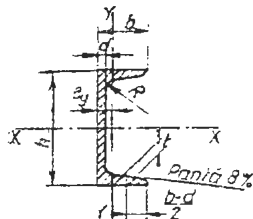
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \text{ — raza de girație}$$

- $S_x$  — momentul static al semisecțiunii

- $e_x$  — distanța axei  $Y-Y$  de la marginea exterioară a inimii

- $b$  — lățimea tălpilor

- $d$  — grosimea inimii



Dimensiuni, mm	Dimensiuni, mm						Aria secțiunii $A$ , cm <sup>2</sup>	Masa $G$ , kg/m	Mărimi statice pentru axe de încovoiere						$S_x$ cm <sup>3</sup>	$e_x$ cm
									X—X			Y—Y				
	$h$	$b$	$d$	$t$	$R$	$r$			$I_x$ cm <sup>4</sup>	$W_x$ cm <sup>3</sup>	$i_x$ cm	$I_y$ cm <sup>4</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$i_y$ cm		
63	42	5,5	7,50	7,50	4,0	9,03	7,09	57,5	17,7	2,52	14,1	5,07	1,25	—	1,42	
80	45	6,0	8,00	8,00	4,0	11,00	8,64	106	20,5	3,10	19,4	6,36	1,33	15,9	1,45	
100	50	6,0	8,50	8,50	4,5	13,5	10,6	205	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	24,5	1,55	
120	55	7,0	9,00	9,00	4,5	17,0	13,1	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,50	36,3	1,60	
140	60	7,0	10,00	10,00	5,0	20,4	16,0	605	86,4	5,15	62,7	14,8	1,75	51,4	1,75	
160	65	7,5	10,50	10,50	5,5	24,0	18,8	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	68,8	1,84	
180	70	8,0	11,00	11,00	5,5	28,0	22,0	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	89,6	1,92	
200	75	8,5	11,50	11,50	6,0	32,2	25,3	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	114	2,01	
230	85	9,5	13,00	13,00	6,5	42,3	33,2	3600	300	9,22	248	39,6	2,42	179	2,23	
250	100	10,0	16,00	16,00	8,0	58,8	46,2	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	316	2,70	

#### Observații:

Dimensiunile sînt extrase din STAS 564-80;

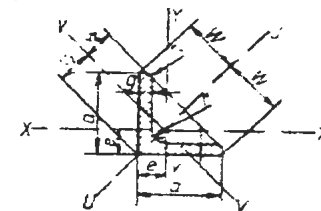
se laminază din mările de oțel OL 37, OL 42, OL 44 și OL 52 conform STAS 500/2-80;

lungimi fixe: 6...12 m; peste 12 m numai prin înțelegere specială;

exemplu de notare pentru un profil cu înălțimea de 120 mm: U 12.

- $I$  — momentul de inerție  
 $W$  — modulul de rezistență

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \text{ — raza de girație}$$



Dimensiunile secțiunii $a \times a$ , mm	Aria secțiunii, $S_x$ , cm <sup>2</sup>	Masa liniară, kg/m	$r$	$r_1$	Distanța axelor, cm				Mărimi statice pentru axe de încovoiere									
					$e$	$w$	$r_x$	$r_y$	X-X și Y-Y		U-U		V-V		I-I			
									$I_x = I_y$ cm <sup>4</sup>	$W_x = W_y$ cm <sup>3</sup>	$i_x = i_y$ cm	$I_u$ cm <sup>4</sup>	$i_u$ cm	$I_v$ cm <sup>4</sup>	$W_v$ cm <sup>3</sup>	$i_v$ cm		
20 × 20 × 1	1,15	1,14	3,5	2	0,64	1,41	0,90	0,71	0,41	0,36	0,58	0,77	0,73	0,21	0,23	0,38		
30 × 30 × 1	2,27	1,78	5	2,5	0,88	2,12	1,21	1,05	1,80	0,85	0,89	2,85	1,12	0,75	0,61	0,58		
40 × 40 × 1	3,08	2,42	6	3	1,12	2,83	1,58	1,40	4,47	1,55	1,21	7,09	1,52	1,85	1,17	0,78		
50 × 50 × 1	4,79	2,97	6	3	1,16	2,83	1,61	1,42	5,43	1,91	1,20	9,60	1,51	2,26	1,1	0,77		
60 × 60 × 1	6,80	3,77	7	3,5	1,40	3,54	1,98	1,76	11,0	3,05	1,51	17,1	1,90	1,51	2,59	0,97		
80 × 80 × 1	10,99	4,47	7	3,5	1,45	3,51	2,04	1,77	12,8	3,61	1,50	20,4	1,89	3,33	2,61	0,97		
60 × 60 × 2	6,91	5,12	8	4	1,69	4,24	2,39	2,11	22,8	5,29	1,82	36,2	2,29	9,43	3,95	1,17		
60 × 60 × 3	8,63	7,09	8	4	1,77	4,21	2,50	2,14	29,2	6,89	1,80	46,2	2,26	12,1	4,46	1,16		
70 × 70 × 3	9,10	7,38	9	4,5	1,97	4,95	2,79	2,47	42,4	8,41	2,12	67,1	2,67	17,5	6,27	1,20		
80 × 80 × 3	12,30	9,63	10	5	2,26	5,66	3,19	2,82	72,2	12,6	2,43	115	3,06	29,8	9,36	1,55		
100 × 100 × 10	19,2	15,0	12	6	2,82	7,07	3,99	3,51	177	24,6	3,01	280	3,83	72,9	18,3	1,95		
120 × 120 × 10	29,2	22,2	13	6,5	3,31	8,19	4,69	4,23	313	36,0	3,67	497	4,63	129	27,5	2,36		
140 × 140 × 14	37,6	29,4	15	7,5	3,98	9,90	5,61	5,07	689	68,8	4,30	1094	5,42	284	50,5	2,74		
150 × 150 × 16	45,7	35,9	16	8	4,29	10,6	6,07	5,31	949	88,7	4,56	1510	5,74	391	64,4	2,91		
160 × 160 × 14	43,3	34,3	17	8,5	4,47	11,1	6,30	5,77	1046	90,8	4,92	1662	6,20	431	68,1	3,16		
160 × 160 × 16	49,1	38,5	17	8,5	4,55	11,3	6,42	5,79	1175	103	4,89	1866	6,17	485	75,3	3,14		

#### Observații:

— dimensiunile sînt extrase din STAS 424-80;

— se laminază din oțel OL 37 sau oțel OL 52 conform STAS 500/2-80 și oțel RCB 52 conform STAS 500/3-80;

— lungimi fixe: 1...12 m; peste 12 m, numai prin înțelegere specială;

— exemplu de notare: L 100 × 100 × 10.

Oțel curbat cu unghi necutit, laminat la cald

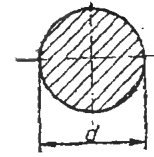
$I$  - momentul de inerție  
 $W$  - modulul de rezistență  
 $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$  - raza de girație  
 raportate la axa de înclinare respectivă

Dimensiunile secțiunii a x b x c, mm	Aria secțiunii A, cm²	Raza de înclinare R, mm	r	t <sub>1</sub>	Distanța axelor, cm						Un- ghiul de în- clinare α, grad	Măsurile statice pentru axele de înclinare									
					u, v, w, x, y, z							X-X		Y-Y		U-U		V-V			
					u <sub>1</sub>	u <sub>2</sub>	u <sub>3</sub>	u <sub>4</sub>	u <sub>5</sub>	v <sub>1</sub>		I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>u</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>u</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>v</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>v</sub> cm <sup>3</sup>		
80 x 65 x 5	11,0	8,00	4	2,47	1,73	5,59	4,05	2,79	2,94	2,05	0,645	88,1	12,3	2,40	40,1	8,41	1,91	88,0	2,82	20,3	1,35
100 x 75 x 5	13,2	11,8	6	3,15	1,91	6,91	5,45	3,22	3,63	2,32	0,549	148	21,5	3,13	71,0	12,7	2,17	181	3,47	37,8	1,59

Observații:

- dimensiunile sînt extrase din STAS 425-80;
- se laminează din oțel OL 37.1; OL 37.2; OL 37.3 conform STAS 500/2-80;
- lungimi fixe: 4 - 13 m; peste 12 m, numai prin înțelegere specială;
- exemplu de notare: 100 x 75 x 5.

Oțel rotund laminat la cald

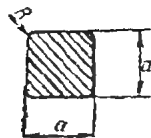


Diametrul		Aria secțiunii, cm²	Masa liniară, kg/m	Diametrul		Aria secțiunii, cm²	Masa liniară, kg/m
Nominal, mm	Abateri limită, mm			Nominal, mm	Abateri limită, mm		
10	+0,3 -0,4	0,78	0,62	36	+0,5 -0,7	10,2	7,99
12	+0,4 -0,5	1,13	0,89	38	+0,5 -0,7	11,3	8,90
14	+0,4 -0,5	1,54	1,21	40	+0,5 -0,7	12,6	9,89
15	+0,4 -0,5	1,77	1,39	42	+0,5 -0,7	13,9	10,9
16	+0,4 -0,5	2,01	1,58	65	+0,8 -1,1	33,2	26,1
18	+0,4 -0,5	2,54	2,00	70	+0,8 -1,1	38,5	30,2
19	+0,4 -0,5	2,84	2,23	75	+0,8 -1,1	44,2	34,7
20	+0,4 -0,5	3,14	2,47	80	+0,8 -1,3	50,3	39,4
22	+0,4 -0,5	3,80	2,98	90	+0,8 -1,3	63,6	49,9
24	+0,4 -0,5	4,52	3,55	100	+1,2 -1,7	78,5	61,7
25	+0,4 -0,5	4,91	3,85	110	+1,2 -1,7	95,0	74,6
28	+0,5 -0,7	6,16	4,83	120	+1,4 -2,0	113	88,8
30	+0,5 -0,7	7,07	5,55	130	+1,4 -2,0	133	104
32	+0,5 -0,7	8,04	6,31	140	+1,4 -2,0	154	121
34	+0,5 -0,7	9,08	7,12	150	+1,4 -2,0	177	139

Observații:

- dimensiunile sînt extrase din STAS 333-80;
- se laminează din oțel de uz general, oțel carbon de calitate și oțel aliat sau înalt aliat;
- lungimi fixe: 2, 6 m; peste 6 m numai la înțelegere între părți;
- exemplu de notare pentru un oțel rotund cu diametrul de 25 mm: Ø 25.





Oțel pătrat

Tabelul 2.6.

Nominal, mm	Abateri limită, mm	R mm, max	Aria secțiunii, cm <sup>2</sup>	Masa liniară, kg/m
8	+0,3 -0,5	1,0	0,64	0,502
10	+0,3 -0,5	1,0	1,00	0,785
12	+0,3 -0,5	1,0	1,44	1,130
14	+0,3 -0,5	1,5	1,96	1,510
16	+0,3 -0,5	1,5	2,56	2,010
18	+0,3 -0,5	1,5	3,24	2,540
20	+0,4 -0,5	1,5	4,00	3,140
25	+0,4 -0,5	2,0	6,25	4,990
30	+0,5 -0,7	2,0	9,00	7,070
36	+0,5 -0,7	3,0	12,96	10,200
40	+0,5 -0,7	3,0	16,00	12,600
45	+0,5 -0,7	3,0	20,25	13,900
50	+0,6 -1,0	4,0	25,00	19,600
56	+0,6 -1,0	4,0	31,36	24,600
60	+0,7 -1,1	5,0	36,00	28,300

## Observații:

- dimensiunile sînt extrase din STAS 334-80;
- Oțelul pătrat se laminează din:
- oțeluri de az general pentru construcții, conform STAS 500/2-80 și STAS 500/3-80;
- oțeluri carbon de calitate pentru tratament termic, destinate construcțiilor de mașini, conform STAS 880-80;
- lungimi fixe: 2...6 m; peste 6 m se livrează numai prin înțelegere specială;
- exemplu de notare, pentru oțel pătrat cu latura de 50 mm: 4L 50.

Tabelul 8.7.

Dimensiuni, măriri statice

$$A \rightarrow (J^2 \cdot d^3) \frac{\pi}{4}, \text{ aria secțiunii};$$

$$I \rightarrow (J^4 \cdot d^5) \frac{\pi}{64}, \text{ momentul de inerție};$$

$$W \rightarrow \frac{2J}{l} \rightarrow (J^4 \cdot d^4) \frac{\pi}{32l}, \text{ modulul de rezistență};$$

$$t = \sqrt{\frac{1}{A} = \frac{1}{4} \sqrt{J^2 + d^2}}, \text{ raza, } glunție;$$

$$G = A \times l \times \gamma, \text{ masa pe metru};$$

$$\text{pentru } A \text{ în cm}^2; l = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}; \gamma$$

$$\gamma = 7,85 \text{ daN/dm}^3 = 0,00785 \text{ daN/cm}^3$$

$$G = A \times 100 \times 0,00785 = A \times 0,785 \text{ (kg/m)}$$

Grosimea peretelui t, mm

Măriri statice A, cm<sup>2</sup>; J, cm<sup>4</sup>

		8,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10	12	14	16	18	20
42	A	3,08	4,23	4,78	5,81	7,20	10,0	13,8	17,8	21,9	25,8	29,7	33,6	37,5
45	A	3,01	4,51	5,09	6,20	7,92	10,9	14,8	19,0	23,0	27,0	31,0	35,0	39,0
50	A	3,46	5,04	5,63	6,75	8,61	11,6	15,6	19,6	23,6	27,6	31,6	35,6	39,6
55	A	4,24	5,89	6,48	7,60	9,60	12,6	16,6	20,6	24,6	28,6	32,6	36,6	40,6
60	A	4,81	6,48	7,07	8,19	10,19	13,1	17,1	21,1	25,1	29,1	33,1	37,1	41,1
65	A	5,00	6,67	7,26	8,38	10,38	13,3	17,3	21,3	25,3	29,3	33,3	37,3	41,3
70	A	5,57	7,24	7,83	8,95	10,95	13,9	17,9	21,9	25,9	29,9	33,9	37,9	41,9
75	A	6,14	7,81	8,40	9,52	11,52	14,5	18,5	22,5	26,5	30,5	34,5	38,5	42,5
80	A	6,71	8,38	8,97	10,09	12,09	15,0	19,0	23,0	27,0	31,0	35,0	39,0	43,0
85	A	7,28	8,95	9,54	10,66	12,66	15,6	19,6	23,6	27,6	31,6	35,6	39,6	43,6
90	A	7,85	9,52	10,11	11,23	13,23	16,2	20,2	24,2	28,2	32,2	36,2	40,2	44,2
95	A	8,42	10,09	10,68	11,80	13,80	16,8	20,8	24,8	28,8	32,8	36,8	40,8	44,8
100	A	8,99	10,66	11,25	12,37	14,37	17,3	21,3	25,3	29,3	33,3	37,3	41,3	45,3
105	A	9,56	11,23	11,82	12,94	14,94	17,9	21,9	25,9	29,9	33,9	37,9	41,9	45,9
110	A	10,13	11,80	12,39	13,51	15,51	18,5	22,5	26,5	30,5	34,5	38,5	42,5	46,5
115	A	10,70	12,37	12,96	14,08	16,08	19,0	23,0	27,0	31,0	35,0	39,0	43,0	47,0
120	A	11,27	12,94	13,53	14,65	16,65	19,6	23,6	27,6	31,6	35,6	39,6	43,6	47,6
125	A	11,84	13,51	14,10	15,22	17,22	20,2	24,2	28,2	32,2	36,2	40,2	44,2	48,2
130	A	12,41	14,08	14,67	15,79	17,79	20,7	24,7	28,7	32,7	36,7	40,7	44,7	48,7
135	A	12,98	14,65	15,24	16,36	18,36	21,2	25,2	29,2	33,2	37,2	41,2	45,2	49,2
140	A	13,55	15,22	15,81	16,93	18,93	21,7	25,7	29,7	33,7	37,7	41,7	45,7	49,7
145	A	14,12	15,79	16,38	17,50	19,50	22,2	26,2	30,2	34,2	38,2	42,2	46,2	50,2
150	A	14,69	16,36	16,95	18,07	20,07	22,7	26,7	30,7	34,7	38,7	42,7	46,7	50,7
155	A	15,26	16,93	17,52	18,64	20,64	23,2	27,2	31,2	35,2	39,2	43,2	47,2	51,2
160	A	15,83	17,50	18,09	19,21	21,21	23,7	27,7	31,7	35,7	39,7	43,7	47,7	51,7
165	A	16,40	18,07	18,66	19,78	21,78	24,2	28,2	32,2	36,2	40,2	44,2	48,2	52,2
170	A	16,97	18,64	19,23	20,35	22,35	24,7	28,7	32,7	36,7	40,7	44,7	48,7	52,7
175	A	17,54	19,21	19,80	20,92	22,92	25,2	29,2	33,2	37,2	41,2	45,2	49,2	53,2
180	A	18,11	19,78	20,37	21,49	23,49	25,7	29,7	33,7	37,7	41,7	45,7	49,7	53,7
185	A	18,68	20,35	20,94	22,06	24,06	26,2	30,2	34,2	38,2	42,2	46,2	50,2	54,2
190	A	19,25	20,92	21,51	22,63	24,63	26,7	30,7	34,7	38,7	42,7	46,7	50,7	54,7
195	A	19,82	21,49	22,08	23,20	25,20	27,2	31,2	35,2	39,2	43,2	47,2	51,2	55,2
200	A	20,39	22,06	22,65	23,77	25,77	27,7	31,7	35,7	39,7	43,7	47,7	51,7	55,7
205	A	20,96	22,63	23,22	24,34	26,34	28,2	32,2	36,2	40,2	44,2	48,2	52,2	56,2
210	A	21,53	23,20	23,79	24,91	26,91	28,7	32,7	36,7	40,7	44,7	48,7	52,7	56,7
215	A	22,10	23,77	24,36	25,48	27,48	29,2	33,2	37,2	41,2	45,2	49,2	53,2	57,2
220	A	22,67	24,34	24,93	26,05	28,05	29,7	33,7	37,7	41,7	45,7	49,7	53,7	57,7
225	A	23,24	24,91	25,50	26,62	28,62	30,2	34,2	38,2	42,2	46,2	50,2	54,2	58,2
230	A	23,81	25,48	26,07	27,19	29,19	30,7	34,7	38,7	42,7	46,7	50,7	54,7	58,7
235	A	24,38	26,05	26,64	27,76	29,76	31,2	35,2	39,2	43,2	47,2	51,2	55,2	59,2
240	A	24,95	26,62	27,21	28,33	30,33	31,7	35,7	39,7	43,7	47,7	51,7	55,7	59,7
245	A	25,52	27,19	27,78	28,90	30,90	32,2	36,2	40,2	44,2	48,2	52,2	56,2	60,2
250	A	26,09	27,76	28,35	29,47	31,47	32,7	36,7	40,7	44,7	48,7	52,7	56,7	60,7
255	A	26,66	28,33	28,92	30,04	32,04	33,2	37,2	41,2	45,2	49,2	53,2	57,2	61,2
260	A	27,23	28,90	29,49	30,61	32,61	33,7	37,7	41,7	45,7	49,7	53,7	57,7	61,7
265	A	27,80	29,47	30,06	31,18	33,18	34,2	38,2	42,2	46,2	50,2	54,2	58,2	62,2
270	A	28,37	30,04	30,63	31,75	33,75	34,7	38,7	42,7	46,7	50,7	54,7	58,7	62,7
275	A	28,94	30,61	31,20	32,32	34,32	35,2	39,2	43,2	47,2	51,2	55,2	59,2	63,2
280	A	29,51	31,18	31,77	32,89	34,89	35,7	39,7	43,7	47,7	51,7	55,7	59,7	63,7
285	A	30,08	31,75	32,34	33,46	35,46	36,2	40,2	44,2	48,2	52,2	56,2	60,2	64,2
290	A	30,65	32,32	32,91	34,03	36,03	36,7	40,7	44,7	48,7	52,7	56,7	60,7	64,7
295	A	31,22	32,89	33,48	34,60	36,60	37,2	41,2	45,2	49,2	53,2	57,2	61,2	65,2
300	A	31,79	33,46	34,05	35,17	37,17	37,7	41,7	45,7	49,7	53,7	57,7	61,7	65,7
305	A	32,36	34,03	34,62	35,74	37,74	38,2	42,2	46,2	50,2	54,2	58,2	62,2	66,2
310	A	32,93	34,60	35,19	36,31	38,31	38,7	42,7	46,7	50,7	54,7	58,7	62,7	66,7
315	A	33,50	35,17	35,76	36,88	38,88	39,2	43,2	47,2	51,2	55,2	59,2	63,2	67,2
320	A	34,07	35,74	36,33	37,45	39,45	39,7	43,7	47,7	51,7	55,7	59,7	63,7	67,7
325	A	34,64	36,31	36,90	38,02	40,02	40,2	44,2	48,2	52,2	56,2	60,2	64,2	68,2
330	A	35,21	36,88	37,47	38,59	40,59	40,7	44,7	48,7	52,7	56,7	60,7	64,7	68,7
335	A	35,78	37,45	38,04	39,16	41,16	41,2	45,2	49,2	53,2	57,2	61,2	65,2	69,2
340	A	36,35	38,02	38,61	39,73	41,73	41,7	45,7	49,7	53,7	57,7	61,7	65,7	69,7
345	A	36,92	38,59	39,18	40,30	42,30	42,2	46,2	50,2	54,2	58,2	62,2	66,2	70,2
350	A	37,49	39,16	39,75	40,87	42,87	42,7	46,7	50,7	54,7	58,7	62,7	66,7	70,7
355	A	38,06	39,73	40,32	41,44	43,44	43,2	47,2	51,2	55,2	59,2	63,2	67,2	71,2
360	A	38,63	40,30	40,89	42,01	44,01	43,7	47,7	51,7	55,7	59,7	63,7	67,7	71,7
365	A	39,20	40,87	41,46	42,58	44,58	44,2	48,2	52,2	56,2	60,2	64,2	68,2	72,2
370	A	39,77	41,44	42,03	43,15	45,15	44,7	48,7	52,7	56,7	60,7	64,7	68,7	72,7
375	A	40,34	42,01	42,60	43,72	45,72	45,2	49,2	53,2	57,2	61,2	65,2	69,2	73,2
380	A	40,91	42,58	43,17	44,29	46,29	45,7	49,7	53,7	57,7	61,7	65,7	69,7	73,7
385	A	41,48	43,15	43,74	44,86	46,86	46,2	50,2	54,2	58,2	62,2	66,2	70,2	74,2
390	A	42,05	43,72	44,31	45,43	47,43	46,7	50,7	54,7	58,7	62,7	66,7	70,7	74,7
395	A	42,62	44,29	44,88	46,00	48,00	47,2	51,2	55,2	59,2	63,2	67,2	71,2	75,2
400	A	43,19	44,86	45,45	46,57	48,57	47,7	51,7	55,7	59,7	63,7	67,7	71,7	75,7
405	A	43,76	45,43	46,02	47,14	49,14	48,2	52,2	56,2	60,2	64,2	68,2	72,2	76,2
410	A	44,33	46,00	46,59	47,71	49,71	48,7	52,7	56,7	60,7	64,7	68,7	72,7	76,7
415	A	44,90	46,57	47,16	48,28	50,28	49,2	53,2	57,2	61,2	65,2	69,2	73,2	77,2
420	A	45,47	47,14	47,73	48,85	50,85	49,7	53,7	57,7	61,7	65,7	69,7	73,7	77,7
425	A	46,04	47,71	48,30	49,42	51,42	50,2	54,2	58,2	62,2	66,2	70,2	74,2	78,2
430	A	46,61	48,28	48,87	49,99	51,99	50,7	54,7	58,7	62,7	66,7	70,7	74,7	78,7
435	A	47,18	48,85	49,44	50,56	52,56	51,2	55,2	59,2	63,2	67,2	71,2	75,2	79,2
440	A	47,75	49,42	50,01	51,13	53,13	51,7	55,7	59,7	63,7	67,7	71,7	75,7	79,7
445	A	48,32	50,00	5										

A. Table din oțel de uz general pentru construcții, STAS 500.2-80

Grosimea, mm	Lățimea, mm							
	1 000	1 250	1 500	1 800 ... 2 000	2 200 ... 2 400	2 500	3 000	3 500
Lungimi uzuale, m								
3	2...6							
4		2...6						
5								
6								
7				4...12				
8								
9				5...12				
10								
12								
14								
15								
16								
18								
20								
22								
25					6...12			
30								
35								
40								
45								
50					4...10			
55								
60								
65								
70					4...8			
75								
80					4...7			
85								
90					4...6			
100								
120								
130					4 și 5			
140								
150								

Observație: Lungimile uzuale se livrează în trepte de câte 1 000 mm.

B. Table din oțel de uz general pentru construcții RCA 37 și RCB 52, STAS 500.3-80

Grosimea, mm	Lățimea, mm							
	1 000	1 250	1 500	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500
Lungimi uzuale, m								
3	2...6							
4		2...6						
5								
6				4...12				
7								
8				5...12				
9								
10				5...12				
12								
14								
15								
16							6...12	

Observație: Lungimile uzuale se livrează în trepte de câte 1 000 mm.

Tabelul 2.7. continuare

73	A	7,61	8,87	10,7	12,6	16,3	19,8	23,6	20,0	28,7	36,8	55,1
76	A	46,3	51,8	62,1	71,4	87,6	101	111	119	125	209	882
80	A	7,97	9,05	11,2	13,2	17,1	20,7	24,1	27,3	30,2	40,1	841
83	A	52,5	58,8	70,6	81,4	100	115	128	138	146	280	996
86	A	8,74	9,93	12,3	14,5	18,8	22,9	26,8	30,3	33,7	43,6	896
89	A	60,2	77,6	93,6	108	134	159	171	188	200	341	896
92	A	9,40	10,7	13,2	15,6	20,4	24,8	29,0	33,0	36,7	47,5	896
95	A	86,1	96,7	117	135	160	197	220	240	258	436	896
98	A	11,4	14,1	17,1	20,4	26,0	32,7	38,5	43,4	49,3	67,2	896
101	A	10,1	12,3	15,2	18,1	23,0	28,0	33,9	38,7	43,2	58,8	896
104	A	165	180	215	251	310	373	423	47,1	52,8	74,4	896
107	A	12,3	15,2	18,1	21,5	26,0	32,7	38,5	43,4	49,3	67,2	896
110	A	13,1	16,2	19,2	22,8	28,0	34,9	41,1	47,1	52,8	74,4	896
113	A	17,1	20,4	24,8	29,0	33,9	40,7	47,1	52,8	58,8	84,1	896
116	A	25,5	29,0	34,9	41,1	48,3	55,4	62,9	71,0	79,2	109	896
119	A	14,7	18,2	21,7	26,0	31,4	38,0	45,5	52,3	58,8	84,1	896
122	A	25,2	30,7	36,9	43,6	52,0	62,4	72,5	80,6	87,7	110	896
125	A	15,5	19,2	22,8	27,3	33,2	40,8	48,3	55,4	62,9	84,1	896
128	A	20,1	24,1	28,9	34,7	42,7	52,7	62,5	72,1	81,4	109	896
131	A	16,2	19,2	22,8	27,3	33,2	40,8	48,3	55,4	62,9	84,1	896
134	A	33,3	41,2	48,1	56,8	67,5	80,8	97,7	114,4	128,0	167,2	896
137	A	21,2	25,3	30,2	36,0	43,0	52,8	62,9	71,0	79,2	109	896
140	A	48,1	56,8	67,5	80,8	97,7	114,4	128,0	146,0	160,0	213,4	896
143	A	55,1	66,4	80,8	97,7	114,4	128,0	146,0	160,0	173,0	225,2	896
146	A	27,3	33,2	40,8	48,3	55,4	62,9	71,0	79,2	84,1	109	896
149	A	73,5	94,1	113,0	130,0	150,0	169,0	186,0	201,0	213,4	280	896
152	A	28,8	36,0	43,0	52,8	62,9	71,0	79,2	84,1	89,6	110	896
155	A	81,5	108,0	130,0	151,0	169,0	186,0	201,0	213,4	225,2	292	896
158	A	30,5	40,2	49,0	58,8	67,5	76,4	84,1	89,6	99,5	128	896
161	A	109,3	129,0	155,5	179,9	202,4	223,1	243,3	263,8	283,2	368	896
164	A	32,4	42,7	52,7	62,5	72,1	81,4	90,4	99,2	108	146	896
167	A	121,1	151,7	186,9	216,7	244,3	271,7	298,5	324,8	350,2	452	896
170	A	35,4	46,7	57,8	68,7	79,2	89,5	99,5	109	119	157	896
173	A	106,7	202,5	243,3	285,1	326,0	367,2	407,7	448,6	488,9	630	896

Observații:

— din uzinale din rețeaua din STAS 911.2-80;

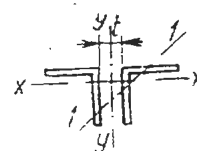
— se livrează în oțel carbon pentru nivel mare; OLT 55, OLT 15 și OLT 63, prin înțelegere specială se livrează și din oțel OL 52;

— lungimile uzuale: 12, 12,5 m; alte lungimi numai prin înțelegere specială.

Tabelul 2.8. (continuare)

C. Table din oțel carbon de calitate, oțel cu granulație fină și oțel aliat pentru construcții de mașini

Grosimea, mm	Lățimea, mm											
	1 000	1 250 ... 1 500	1 500 ... 2 000	2 200   2 400   2 600	2 800   3 000   3 200	3 600	4 000					
Lungimi uniale, m												
3	2..6	—	—									
4	—	2..8										
5												
6												
7		4..12	—									
8		5..12										
9	5..12											
10												
12	—											
14												
15												
16												
18	8..12											
20												
22												
25												
30	—											
35												
40												
45												
50	4..10											
55												
60												
65												
70	4..8											
75												
80												
85												
90	4..6											
95												
100												
105												
120	4 și 5											
130												
140												
150												



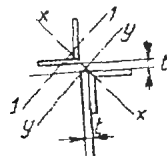
Tabelul 2.9.

Caracteristicile geometrice ale secțiunilor compuse din corniere

Denumirea secțiunii	$A_s$ cm <sup>2</sup>	$i_{y0}$ cm	$i_{x0}$ cm	$i_y$ , cm pentru distanța $t$ , mm egală cu				
				0	8	10	12	15
40 × 40 × 3	4,70	0,78	1,21	1,61	1,90	1,98	2,06	2,18
4*	6,16	0,78	1,21	1,65	1,94	2,02	2,10	2,23
5*	7,58	0,77	1,20	1,67	1,97	2,05	2,13	2,25
45 × 45 × 4	6,98	0,87	1,36	1,83	2,12	2,20	2,28	2,40
5	8,60	0,87	1,35	1,86	2,16	2,23	2,31	2,44
6	10,16	0,87	1,34	1,88	2,16	2,28	2,34	2,46
50 × 50 × 4	7,78	0,98	1,52	2,03	2,32	2,39	2,48	2,59
5*	9,60	0,97	1,51	2,06	2,35	2,43	2,51	2,63
6*	11,38	0,97	1,50	2,08	2,38	2,46	2,54	2,66
7	13,12	0,96	1,49	2,11	2,41	2,48	2,57	2,69
50 60 × 5	11,64	1,17	1,82	2,44	2,73	2,81	2,89	3,00
6*	13,32	1,17	1,82	2,48	2,77	2,85	2,92	3,04
7*	15,06	1,16	1,80	2,52	2,82	2,90	2,97	3,10
10	22,20	1,16	1,78	2,56	2,87	2,94	3,02	3,15
70 × 70 × 6	16,26	1,37	2,13	2,88	3,16	3,23	3,30	3,42
7*	18,80	1,36	2,12	2,90	3,18	3,26	3,34	3,45
8	21,20	1,36	2,11	2,92	3,21	3,28	3,36	3,48
9	23,80	1,36	2,10	2,93	3,23	3,31	3,38	3,50
10	26,20	1,35	2,09	2,96	3,25	3,32	3,41	3,53

Denumirea secțiunii	$A$ , cm <sup>2</sup>	$i_y$ , cm	$i_x$ , cm	$i_{yy}$ , cm pentru distanța $l$ , mm egală cu				
				0	8	10	12	15
80 × 80 × 6 8* 10	18,70	1,58	2,44	3,26	3,54	3,62	3,70	3,81
	24,60	1,55	2,43	3,31	3,60	3,67	3,75	3,87
	30,20	1,55	2,41	3,36	3,65	3,72	3,80	3,92
90 × 90 × 8 9 11	27,80	1,76	2,74	3,70	3,98	4,06	4,13	4,26
	31,00	1,76	2,74	3,73	4,02	4,09	4,16	4,28
	37,40	1,75	2,72	3,77	4,06	4,14	4,21	4,33
100 × 100 × 8 10* 12	31,00	1,96	3,06	4,10	4,39	4,45	4,54	4,65
	38,40	1,95	3,04	4,14	4,43	4,50	4,57	4,69
	45,40	1,94	3,02	4,19	4,47	4,55	4,62	4,74
120 × 120 × 10* 12	46,40	2,36	3,67	4,95	5,22	5,30	5,36	5,49
	55,00	2,35	3,65	5,00	5,26	5,35	5,41	5,54
130 < 130 < 12 14 16	60,00	2,54	3,97	5,38	5,66	5,73	5,81	5,92
	69,40	2,53	3,94	5,42	5,70	5,78	5,85	5,96
	78,60	2,52	3,92	5,46	5,75	5,82	5,90	6,01
140 × 140 × 12 14* 16	65,00	2,76	4,31	5,80	6,09	6,15	6,25	6,35
	75,20	2,74	4,30	5,85	6,14	6,21	6,29	6,40
	84,40	2,72	4,28	6,00	6,29	6,36	6,41	6,53
150 × 150 × 12 14 16*	69,60	2,95	4,60	6,18	6,45	6,52	6,60	6,70
	80,60	2,94	4,58	6,23	6,50	6,57	6,64	6,76
	91,40	2,93	4,56	6,26	6,54	6,61	6,68	6,79
160 × 160 × 12 14* 16* 18	102,00	2,92	4,54	6,29	6,57	6,65	6,73	6,84
	74,80	3,17	4,94	6,61	6,89	6,95	7,01	7,12
	88,60	3,16	4,92	6,65	6,92	6,99	7,06	7,17
	98,20	3,14	4,89	6,68	6,95	7,04	7,09	7,21
	109,60	3,13	4,87	6,71	6,98	7,08	7,15	7,25

\* Sînt prevăzute în fabricație, conform STAS 424-80.



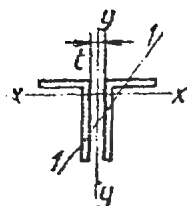
Tabelul 2.10.

Caracteristicile geometrice ale secțiunilor compuse din corniere

Denumirea secțiunii	$A$ , cm <sup>2</sup>	$i_y$ , cm	$i_x$ , cm	$i_{yy}$ , cm pentru distanța $l$ , mm egală cu				
				0	8	10	12	15
40 × 40 × 3 4* 5*	4,70	0,78	1,52	1,71	2,23	2,37	2,50	2,69
	6,16	0,78	1,52	1,76	2,29	2,42	2,55	2,75
	7,58	0,77	1,51	1,81	2,34	2,47	2,61	2,81
45 × 45 × 4 5 6	6,98	0,87	1,71	1,96	2,47	2,61	2,75	2,91
	8,60	0,87	1,70	2,01	2,53	2,67	2,80	3,00
	10,16	0,87	1,69	2,06	2,58	2,72	2,85	3,06

Denumirea secțiunii	$A$ , cm <sup>2</sup>	$i_y$ , cm	$i_x$ , cm	$i_{yy}$ , cm pentru distanța $l$ , mm egală cu				
				0	8	10	12	15
50 × 50 × 4 5* 6* 7	7,78	0,98	1,91	2,16	2,67	2,80	2,94	3,14
	9,60	0,97	1,90	2,21	2,73	2,86	2,99	3,19
	11,38	0,97	1,89	2,25	2,78	2,91	3,05	3,25
	13,12	0,96	1,88	2,32	2,85	2,98	3,11	3,31
60 × 60 × 5 6* 8* 10	11,64	1,17	2,30	2,60	3,10	3,24	3,38	3,58
	13,82	1,17	2,29	2,66	3,18	3,31	3,41	3,61
	18,06	1,16	2,26	2,75	3,28	3,42	3,55	3,71
	22,20	1,16	2,23	2,86	3,39	3,52	3,66	3,86
70 × 70 × 6 7* 8 9 10	16,26	1,37	2,68	3,06	3,56	3,70	3,83	4,04
	18,80	1,36	2,67	3,11	3,63	3,76	3,89	4,09
	21,20	1,36	2,66	3,16	3,67	3,80	3,92	4,15
	23,80	1,36	2,64	3,20	3,73	3,86	3,99	4,19
	26,20	1,35	2,63	3,24	3,77	3,91	4,05	4,24
80 × 80 × 6 8* 10	18,70	1,56	3,08	3,44	3,95	4,08	4,22	4,41
	24,60	1,55	3,06	3,56	4,08	4,21	4,34	4,53
	30,20	1,55	3,03	3,65	4,18	4,31	4,44	4,63
90 × 90 × 8 9 11	27,80	1,76	3,45	3,94	4,45	4,59	4,63	4,91
	31,00	1,76	3,45	4,00	4,52	4,65	4,78	4,97
	37,40	1,75	3,41	4,09	4,61	4,74	4,87	5,07
100 × 100 × 8 10* 12	31,00	1,96	3,35	4,34	4,84	4,96	5,12	5,30
	38,40	1,95	3,33	4,44	4,96	5,09	5,22	5,42
	46,40	1,91	3,30	4,54	5,08	5,19	5,32	5,52
120 × 120 × 10* 12	46,40	2,36	4,63	5,25	5,75	5,90	6,01	6,20
	55,00	2,35	4,60	5,35	5,85	6,00	6,11	6,32
130 × 130 × 12 14 16	60,00	2,54	5,00	5,74	6,26	6,39	6,52	6,71
	69,40	2,53	4,97	5,84	6,36	6,49	6,62	6,81
	78,60	2,52	4,94	5,93	6,46	6,58	6,71	6,91
140 × 140 × 12 14* 16	65,00	2,76	5,13	6,16	6,66	6,80	6,92	7,12
	75,20	2,74	5,12	6,24	6,75	6,89	7,01	7,21
	84,40	2,72	5,10	6,33	6,84	6,98	7,11	7,31
150 × 150 × 12 14 16* 18	69,60	2,95	5,20	6,03	7,05	7,18	7,31	7,52
	80,60	2,94	5,17	6,13	7,15	7,28	7,41	7,61
	91,40	2,93	5,14	6,24	7,26	7,39	7,51	7,71
	102,00	2,92	5,11	6,33	7,35	7,48	7,61	7,81
160 × 160 × 12 14* 16* 18	74,80	3,17	6,23	6,95	7,45	7,59	7,70	7,91
	86,60	3,16	6,20	7,05	7,57	7,70	7,81	8,01
	98,20	3,14	6,17	7,16	7,65	7,78	7,90	8,10
	109,60	3,13	6,13	7,25	7,75	7,90	8,01	8,20

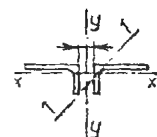
\* Sînt prevăzute în fabricație, conform STAS 424-80.



Tabelul 2.11.  
Caracteristicile geometrice ale secțiunilor compuse din corniere

Denumirea secțiunii	A, cm <sup>2</sup>	i <sub>x</sub> , cm	i <sub>y</sub> , cm	i <sub>p</sub> , cm pentru distanța t, mm egală cu				
				0	8	10	12	15
40 x 20 x 3	3,16	0,42	1,27	0,63	0,99	1,08	1,16	1,30
4	4,52	0,42	1,26	0,71	1,02	1,11	1,20	1,33
45 x 30 x 4	5,72	0,65	1,42	1,12	1,42	1,50	1,58	1,71
5	7,04	0,64	1,41	1,14	1,45	1,53	1,61	1,75
60 x 30 x 5	8,58	0,63	1,00	1,03	1,33	1,42	1,50	1,63
6	10,16	0,63	1,89	1,05	1,36	1,44	1,58	1,66
60 x 40 x 5	9,58	0,86	1,89	1,49	1,78	1,85	1,93	2,06
6	11,36	0,86	1,88	1,50	1,80	1,88	1,96	2,08
7	13,10	0,85	1,87	1,53	1,83	1,91	1,99	2,12
65 x 50 x 6	13,16	1,06	2,03	1,95	2,23	2,31	2,39	2,51
7	15,20	1,06	2,02	1,96	2,25	2,33	2,41	2,53
8	17,20	1,05	2,01	1,92	2,28	2,36	2,44	2,56
75 x 50 x 7	16,62	1,07	2,36	1,88	2,17	2,25	2,33	2,45
80 x 60 x 7	18,76	1,28	2,51	2,31	2,59	2,67	2,74	2,86
80 x 65 x 6	16,82	1,35	2,51	2,54	2,81	2,89	2,97	3,08
8*	22,00	1,36	2,49	2,58	2,86	2,94	3,02	3,13
10	27,20	1,35	2,46	2,62	2,90	2,98	3,06	3,18
90 x 60 x 6	17,38	1,30	2,87	2,23	2,50	2,57	2,65	2,76
8	22,80	1,29	2,85	2,27	2,54	2,62	2,70	2,81
100 x 50 x 8	22,80	1,05	3,18	1,72	2,01	2,09	2,17	2,28
10	28,20	1,05	3,16	1,76	2,06	2,13	2,21	2,34
160 x 75 x 7	23,80	1,59	3,15	2,86	3,12	3,20	3,27	3,38
9*	30,20	1,59	3,13	2,89	3,17	3,24	3,32	3,44
11	36,40	1,58	3,11	2,93	3,22	3,29	3,37	3,48
120 x 80 x 8	31,00	1,73	3,82	2,95	3,22	3,29	3,37	3,47
10	38,20	1,72	3,80	2,99	3,26	3,34	3,41	3,53
12	45,40	1,71	3,77	3,02	3,31	3,38	3,46	3,57
150 x 90 x 10	46,40	1,95	4,80	3,22	3,49	3,56	3,63	3,74
12	55,00	1,94	4,77	3,26	3,53	3,60	3,68	3,79
150 x 100 x 10	48,40	2,15	4,78	4,70	3,96	4,03	4,10	4,21
12	57,40	2,15	4,76	3,73	4,00	4,08	4,15	4,26
14	66,40	2,14	4,73	3,77	4,05	4,13	4,20	4,30

\* Sînt prevăzute în fabricație conform STAS 425-80.



Tabelul 2.12.  
Caracteristicile geometrice ale secțiunilor compuse din corniere

Denumirea secțiunii	A, cm <sup>2</sup>	i <sub>x</sub> , cm	i <sub>y</sub> , cm	i <sub>p</sub> , cm pentru distanța t, mm egală cu				
				0	8	10	12	15
40 x 20 x 3	3,16	0,42	0,52	1,91	2,22	2,30	2,38	2,51
4	4,52	0,42	0,51	1,93	2,25	2,34	2,42	2,54
45 x 30 x 4	5,72	0,65	0,85	2,06	2,36	2,43	2,51	2,66
5	7,04	0,64	0,84	2,08	2,38	2,45	2,54	2,74
60 x 30 x 5	8,58	0,63	0,78	2,87	3,18	3,26	3,34	3,46
6	10,16	0,63	0,77	2,90	3,21	3,30	3,36	3,48
60 x 40 x 5	9,58	0,86	1,13	2,72	3,02	3,10	3,18	3,30
6	11,36	0,86	1,12	2,75	3,06	3,13	3,24	3,34
7	13,10	0,85	1,11	2,77	3,07	3,15	3,24	3,36
65 x 50 x 6	13,16	1,06	1,46	2,87	3,18	3,25	3,33	3,44
7	15,20	1,06	1,45	2,89	3,19	3,26	3,34	3,47
8	17,20	1,05	1,44	2,92	3,21	3,30	3,38	3,50
75 x 50 x 7	16,62	1,07	1,41	3,43	3,73	3,80	3,88	4,00
80 x 60 x 7	18,76	1,28	1,74	3,54	3,84	3,92	3,97	4,10
80 x 65 x 6	16,82	1,35	1,93	3,47	3,76	3,83	3,90	4,02
8*	22,00	1,36	1,91	3,50	3,80	3,87	3,95	4,07
10	27,20	1,35	1,89	3,54	3,84	3,92	3,99	4,12
90 x 60 x 6	17,38	1,30	1,72	4,08	4,37	4,40	4,52	4,64
8	22,80	1,29	1,70	4,11	4,41	4,44	4,57	4,69
100 x 50 x 8	22,80	1,05	1,81	4,79	5,10	5,18	5,26	5,38
10	28,20	1,05	1,29	4,85	5,15	5,23	5,30	5,43
100 x 75 x 7	23,80	1,59	2,19	4,39	4,68	4,75	4,83	4,94
9*	30,20	1,59	2,17	4,44	4,73	4,81	4,89	5,00
11	36,40	1,58	2,15	4,48	4,78	4,86	4,93	5,05
120 x 80 x 8	31,00	1,73	2,28	5,41	5,71	5,76	5,85	5,96
10	38,20	1,72	2,26	5,46	5,74	5,83	5,90	6,03
12	45,40	1,71	2,21	5,49	5,79	5,88	5,96	6,06
150 x 90 x 10	46,40	1,95	2,51	6,92	7,21	7,29	7,36	7,48
12	55,00	1,94	2,49	6,97	7,27	7,34	7,42	7,53
150 x 100 x 10	48,40	2,15	2,88	6,77	7,06	7,13	7,22	7,32
12	57,40	2,15	2,84	6,82	7,12	7,19	7,27	7,38
14	66,40	2,14	2,82	6,87	7,16	7,23	7,31	7,42

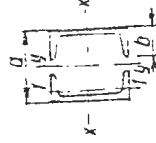
\* Sînt prevăzute în fabricație, conform STAS 425-80.

Tabelul 2.13.

Caracteristicile geometrice ale secțiunilor compuse din profile laminate U

Profil secțiune unil	$A$ , cm <sup>2</sup>	$I_x$ , cm <sup>4</sup>	$I_y$ , cm <sup>4</sup>	$I_{xy}$ , cm <sup>4</sup>	pentru distanța $a$ , mm egală cu:										
					$y - y$										
					0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
II 8*	22	1,33	43	212	85	114	122	131	145	602	954	1 300	1 610	1 800	2 000
II 10*	27	1,47	50	310	100	123	172	183	201	800	1 220	1 600	2 030	2 270	2 520
II 12*	34	1,58	55	412	123	161	252	260	272	674	1 070	1 450	1 800	2 000	2 200
II 14*	40,8	1,75	60	528	150	190	314	326	344	1 150	1 670	2 050	2 400	2 600	2 800
II 16*	48	1,89	65	645	175	220	382	393	405	1 470	1 980	2 360	2 700	2 900	3 100
II 18*	50	2,02	70	770	200	250	433	456	473	1 810	2 420	2 800	3 120	3 320	3 520
II 20*	64,4	2,14	75	900	230	290	500	524	541	2 160	2 910	3 390	3 740	4 080	4 420
II 22*	74,8	2,30	80	1 040	260	320	555	584	607	2 510	3 460	4 040	4 520	4 960	5 400
II 24*	81,0	2,42	85	1 190	290	350	616	646	667	2 860	3 910	4 590	5 170	5 750	6 330
II 26*	96,0	2,56	90	1 350	320	380	667	697	717	3 210	4 360	5 140	5 820	6 500	7 180
II 30*	117,0	2,90	100	1 600	397	422	702	735	767	3 960	5 310	6 390	7 470	8 550	9 630

\* Sunt prevăzute în fabricație, conform STAS 564-80.



Tabelul 2.14.

Caracteristicile geometrice ale secțiunilor compuse din profile laminate U

Profil secțiune unil	$A$ , cm <sup>2</sup>	$I_x$ , cm <sup>4</sup>	$I_y$ , cm <sup>4</sup>	$I_{xy}$ , cm <sup>4</sup>	pentru distanța $a$ , mm egală cu:										
					$y - y$										
					0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
II 8*	22	1,33	43	212	85	114	122	131	145	602	954	1 300	1 610	1 800	2 000
II 10*	27	1,47	50	310	100	123	172	183	201	800	1 220	1 600	2 030	2 270	2 520
II 12*	34	1,58	55	412	123	161	252	260	272	674	1 070	1 450	1 800	2 000	2 200
II 14*	40,8	1,75	60	528	150	190	314	326	344	1 150	1 670	2 050	2 400	2 600	2 800
II 16*	48	1,89	65	645	175	220	382	393	405	1 470	1 980	2 360	2 700	2 900	3 100
II 18*	50	2,02	70	770	200	250	433	456	473	1 810	2 420	2 800	3 120	3 320	3 520
II 20*	64,4	2,14	75	900	230	290	500	524	541	2 160	2 910	3 390	3 740	4 080	4 420
II 22*	74,8	2,30	80	1 040	260	320	555	584	607	2 510	3 460	4 040	4 520	4 960	5 400
II 24*	81,0	2,42	85	1 190	290	350	616	646	667	2 860	3 910	4 590	5 170	5 750	6 330
II 26*	96,0	2,56	90	1 350	320	380	667	697	717	3 210	4 360	5 140	5 820	6 500	7 180
II 30*	117,0	2,90	100	1 600	397	422	702	735	767	3 960	5 310	6 390	7 470	8 550	9 630

\* Sunt prevăzute în fabricație, conform STAS 564-80.

Tabelul 2.15.

Șuruburi de înaltă rezistență pretenșionate; dimensiuni piulițe, dimensiuni mase

Șurub IP (STAS 8796/1-77)

Piuliță IP (STAS 8796/2-77)



Filet, d	$d_h$ , mm	K, mm	$l$ , mm	$v$ , mm	$m$ , mm	Masa piuliței, kg/1000 buc
M 12	12	8	30...80	23	10	23.3
M 16	16	10	40...100	28	13	44.8
M 20	20	13	50...120	33	16	73.9
M 22	22	14	60...140	34	18	104
M 24	24	15	70...160	37	19	155
M 27	27	17	80...180	39	22	224

## Observații:

- Șuruburile se execută din oțel 41 M<sub>0</sub>C11, STAS 791-80, grupele de caracteristici mecanice 8.8 și 10.9;
- piulițele se execută din oțel 33 M<sub>0</sub>C11, STAS 791-80, grupele de caracteristici mecanice 8 și 10;
- exemplu de notare a unui șurub cu filet M 20, lungimea  $l=100$  mm, grupa 8.8: Șurub IP-M 20×100 STAS 8796/1-77 grupa 8.8.
- exemplu de notare a unei piulițe, pentru un șurub cu filet M 20, grupa 8: Piuliță IP-M 20 STAS 8796/2-77 grupa 8.

Tabelul 2.16.

Șuruburi de înaltă rezistență pretenșionate; șaibe



Filetul șurubului	$d$ , mm	$D$ , mm	$g$ , mm	Masa, kg/1000 buc
M 12	13	28	4	14.0
M 16	17	34	4	19.5
M 20	21	39	5	30.1
M 22	23	41	5	40.2
M 24	25	50	6	65.1
M 27	28	56	6	81.3

## Observații:

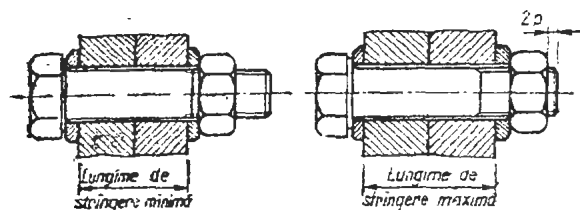
- dimensiunile sînt extrase din STAS 8796/3-77;
- exemplu de notare a unei șaibe pentru șurub sau piuliță cu filet metric M 24: Șaibă IP-24 STAS 8796/3-77;
- se execută din oțel 41 M<sub>0</sub>C11 STAS 794-80

Tabelul 2.7.

Șuruburi de înaltă rezistență pretenșionate; mase (STAS 8796/1-77)

Filetul șurubului, d	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27
	Masa șurubului, kg/1000 buc					
Lungimea șurubului, l (mm)						
30	42					
35	52					
40	56	105				
45	59	113				
50	64	121	194			
55	68	129	207			
60	72	137	219	279		
65	77	145	232	294		
70	81	153	244	309	389	
75	86	157	257	324	407	
80	90	165	269	339	425	564
85		173	282	354	443	587
90		181	288	363	449	609
95		189	301	378	467	632
100		197	313	393	485	645
105			326	408	503	666
110			338	423	521	687
115			351	438	539	708
120			363	453	557	729
125				468	575	750
130				483	593	771
135				498	611	792
140				513	629	813
145					647	834
150					665	855
155					683	876
160					700	897
165						918
170						939
175						960
180						981

Lungimi de strângere ale șuruburilor de înaltă rezistență pretenzionate (STAS 8796/1-77)

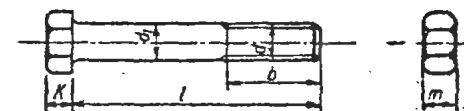


Filetul șurubului, d	M 12	M 14	M 20	M 22	M 24	M 27
Lungi- mea șu- rubului l, (mm)	Lungimea de strângere, mm					
30	...10					
35	6...13					
40	11...18	6...15				
45	16...23	11...20				
50	21...28	16...25	10...19			
55	26...33	21...30	15...24			
60	31...38	26...35	20...29	18...27		
65	36...43	31...40	25...34	23...32		
70	41...48	36...45	30...39	28...37	24...33	
75	46...53	41...50	35...44	33...42	29...38	
80	51...58	46...55	40...49	38...47	34...43	32...40
85		51...60	45...54	43...52	39...48	37...45
90		56...65	50...59	48...57	44...53	42...50
95		61...70	55...64	53...62	49...58	47...55
100		66...75	60...69	58...67	54...63	52...60
105			65...74	63...72	59...68	57...65
110			70...79	68...77	64...73	62...70
115			75...84	73...82	69...78	67...75
120			80...89	78...87	74...83	72...80
125				83...92	79...88	77...85
130				88...97	84...93	82...90
135				93...102	89...98	87...95
140				98...107	94...103	92...100
145					99...108	97...105
150					104...113	102...110
155					109...118	107...115
160					114...123	112...120
165						117...125
170						122...130
175						127...135
180						132...140

Șuruburi grosolane, cu cap hexagonal; dimensiuni. Piulițe grosolane, hexagonale; dimensiuni, mase

Șurub (STAS 920-89)

Piuliță (STAS 922-76)



Filet, d	d <sub>1</sub> , mm	K, mm	l, mm	b, pentru :			m, mm	Masa piuliței, kg/1 000 buc.
				l ≤ 125	125 < l ≤ 200	l > 200		
M6	6	4,0	25... 75	18	—	—	5	2,32
M8	8	5,5	30... 80	22	—	—	6,5	4,62
M10	10	7,0	35...200	26	32	—	8	16,90
M12	12	8,0	40...260	30	36	49	10	15,9
(M14)	14	9,0	45...260	34	40	53	11	25,0
M16	16	10	50...260	38	44	57	13	30,8
(M18)	18	12	55...260	42	48	61	15	50,8
M20	20	13	60...260	46	52	65	16	60,3
(M22)	22	14	65...260	50	56	69	18	80,2
M24	24	15	70...260	54	60	73	19	103
(M27)	27	17	75...260	60	66	79	22	154
M30	30	19	80...260	66	72	85	24	216
(M33)	33	21	90...260	72	78	91	26	271
M36	36	23	100...260	78	84	97	29	369
M42	42	26	110...260	90	96	109	34	610
M48	48	30	120...260	102	108	121	38	924

Observații:

- exemplu de notare pentru un șurub cu filet M20, lungimea l=100 mm, grupa de caracteristici mecanice 5.6: Șurub M20×100 STAS 920-89 grupa 5.6;
- exemplu de notare a unei piulițe cu filet M10, grupa 5: Piuliță M10 STAS 922-76 grupa 5;
- șuruburile și piulițele se execută cu grupe de caracteristici mecanice ca în tabelul 2.39;
- dimensiunile din paranteză se vor evita pe cât posibil.

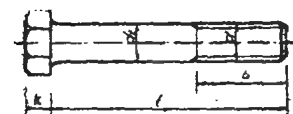


Șuruburi grosolane, cu cap hexagonal; mase (STAS 920-69)

Filet d	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30
l, mm	Masa, kg/1 000 buc							
25	7,3							
30	8,4	17,3						
35	9,5	19,2	32,0					
40	10,6	21,1	35,1	50,0				
45	11,7	23,0	38,2	54,4				
50	12,8	24,9	41,3	58,8	109			
55	13,9	26,8	44,4	63,2	117			
60	15,0	28,7	47,5	67,7	125	207		
65	16,1	30,6	50,6	72,0	133	219		
70	17,2	32,5	53,7	76,4	141	231	346	
75	18,3	34,4	56,8	80,8	149	243	364	
80		36,3	59,9	85,2	157	260	383	642
90			66,1	94,2	173	284	418	712
100			72,3	103	189	308	454	768
110			78,5	112	205	332	490	824
120			84,7	121	221	356	526	880
130			90,9	130	237	380	562	936
140			97,1	139	253	404	598	992
150			103	148	269	428	634	1 050
160			109	157	285	452	670	1 100
180			121	175	317	501	742	1 210
200			133	193	349	550	814	1 320
220				211	381	599	886	1 430
240				229	413	648	958	1 540
260				247	445	697	1 030	1 650

Șuruburi semiprețel, cu cap hexagonal; dimensiuni  
Piulițe semiprețel, hexagonale; dimensiuni, mase

Șurub (STAS 6220-69)



Piuliță



Filet, d	d <sub>0</sub> , mm	K, mm	l, mm	b, mm pentru:			n, mm	Masa piuliței, kg /1 000 buc
				l < 125	l > 125 < 200	l > 200		
M5	5	3,5	20...45	16	—	—	4	1,23
M6	6	4	25... 60	18	—	—	5	2,32
M8	8	5,5	30... 80	22	28	—	6,5	5,30
M10	10	7	35...110	26	32	—	8	10,9
M12	12	8	40...170	30	36	—	10	15,1
(M14)	14	9	45...180	34	40	—	11	25,0
M16	16	10	50...200	38	44	57	13	30,8
(M18)	18	12	55...200	42	48	61	15	50,8
M20	20	13	60...200	46	52	65	16	60,3
(M22)	22	14	65...200	50	56	69	18	80,9
M24	24	15	70...200	54	60	73	19	111
(M27)	27	17	75...200	60	66	79	22	166
M30	30	19	85...260	66	72	85	24	232
(M33)	33	21	90...280	72	78	91	26	298
M36	36	23	100...260	78	84	97	29	398
M42	42	25	110...260	90	96	109	34	657
M48	48	30	120...260	102	108	121	36	924

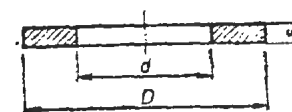
Observații:

- exemplu de notare pentru un șurub cu filet M20, lungimea  $l=100$  mm, grupa de caracteristici mecanice 5.8: Șurub M20×100 STAS 6220-69 grupa 5.8.
- exemplu de notare a unei piulițe cu filet M20, grupa 5: Piuliță M20 grupa 5;
- șuruburile și piulițele se execută cu grupa de caracteristici mecanice ca în tabelul 2.39;
- dimensiunile din paranteză se vor evita pe cât posibil.

## Șuruburi semiprecise, cu cap hexagonal; mase (STAS 6220-69)

Filet d	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30
mm	Masa, kg/1 000 buc							
25	7,31							
30	8,43	16,4						
35	9,54	18,3	31,9					
40	10,7	20,3	35,0	49,7				
45	11,8	22,3	38,1	54,1				
50	12,9	24,3	41,1	58,5	108			
55	14,0	26,2	44,2	63,0	115			
60	15,1	28,2	47,3	67,4	123	212		
65		30,2	50,4	71,9	131	224		
70		32,1	53,5	76,3	139	237	347	
75		34,1	56,6	80,7	147	249	365	
80		36,1	59,7	85,2	155	262	383	
85			62,7	89,6	163	274	400	699
90			65,8	94,1	171	286	418	726
100			72,0	103	186	311	454	779
110			78,2	112	202	336	489	834
120				121	218	360	525	890
130				130	234	385	560	946
140				138	250	410	596	1 001
150				147	266	434	631	1 057
160				155	280	457	663	1 108
170				164	295	482	698	1 163
180					311	506	734	1 219
190					327	531	769	1 274
200					343	556	805	1 330
220								1 441
240								1 552
260								1 663

## Șaibe plate, grosolane; dimensiuni, mase



Filetul șurubului	d, mm	D, mm	s, mm	Masa kg/1 000 buc
M 6	7	12,5	1,6	1,12
M 8	10	17	1,6	2,06
M 10	12	21	2	3,93
M 12	15	24	2,5	5,89
M 16	19	30	3	10,7
M 20	24	37	3	16,5
M 24	28	44	4	22,6
M 30	35	56	4	51,0

## Observații:

- dimensiunile sînt extrase din STAS 1388-72;
- se confecționează din oțel OL 34;
- exemplu de notare a unei șaibe pentru un șurub cu cap hexagonal, cu filet M 20: Șaibă 20 STAS 1388-72.

Tabelul 2.3.

## Grupe de caracteristici mecanice ale șuruburilor (STAS 2700/3-80)

Categorie de creșterile	Grupa de caracteristici mecanice										
	4.8	4.8	5.8	5.8	6.8	6.8	6.8	8.8	10.9	12.9	14.9
Precise	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Semiprecise	x	x	x	x	x	x	x	x			
Grosolane	x	x									

## Observații:

- primul număr al grupeii de caracteristici mecanice reprezintă 1/10 din rezistența minimă de rupere la tracțiune, în kgf/mm<sup>2</sup>;
- al doilea număr reprezintă de zece ori raportul dintre limita de curgere și rezistența minimă de rupere la tracțiune;
- prin înmulțirea celor două numere rezultă limita de curgere, în kgf/mm<sup>2</sup>.

Tabelul 2.25.

Niturii diametrului nominal, diametrul de calcul, diametrul găurii

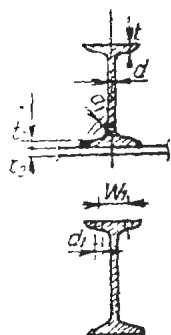
Diametrul de calcul $d$ al nitului	13	(15)	17	(19)	21	(23)	25	(28)	31	(34)	37
Diametrul nominal al nitului $d_1$	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	(33)	36
Diametrul găurii $\emptyset$	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Diametrul la filet al șurubului corespunzător	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36

(...) se vor evita pe cât posibil

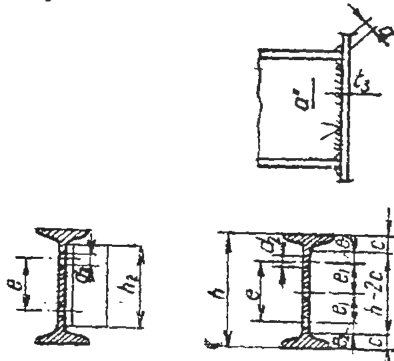
## OȚEL I

Tabelul 2.26.

Date constructive pentru realizarea prinderilor



$$\begin{aligned} a_1 &\leq 0,7l_1 \text{ cind } l_2 < l_3 \\ a_2 &\leq 0,7l_2 \text{ cind } l_3 < l_1 \\ a' &\leq 0,7l \text{ cind } l < l_3 \\ a'' &\leq 0,7l_3 \text{ cind } d < l_3 \\ a''' &\leq 0,7l_3 \text{ cind } l_3 < d \end{aligned}$$

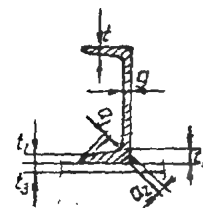


Simbol I	Grosi- mea $t_1$	Grosimi de sudură maxime				Găurire									
		Tălpi		Inimă	Tălpi		Inimă								
		$l < l_1$ $a_1$	$d < l_2$ $a_2$		$d < l_3$ $a_3$	$d_{\text{max}}$	$w_1$	$h-2e$	$h_2$	$e_{\text{max}}$ pentru $d_2 =$					
										13	17	21	25	28	
8	4,13	3,0	4,0	—	—	22	59	60	—	—	—	—	—	—	
10	5,05	3,5	4,5	3,0	—	28	75	75	—	—	—	—	—	—	
12	5,67	4,0	5,0	3,5	—	32	92	90	50	—	—	—	—	—	
14	6,29	4,0	6,0	4,0	—	34	109	100	60	50	—	—	—	—	
16	6,91	4,5	6,5	4,0	—	40	125	120	80	70	60	—	—	—	
18	7,53	5,0	7,0	4,5	13	44	142	140	100	90	80	79	—	—	
20	8,15	5,5	7,5	5,0	13	48	159	160	120	110	100	90	80	—	
22	8,77	6,0	8,5	5,5	13	52	176	170	130	120	110	100	90	—	
24	9,39	6,5	9,0	6,0	17	56	192	190	150	140	130	120	110	—	
26	10,01	7,0	9,5	6,5	17	60	208	200	160	150	140	130	120	—	
28	11,04	8,0	10,5	7,0	17	64	225	220	180	170	160	150	140	—	
30	11,66	8,0	11,0	7,5	21	64	241	240	200	190	180	170	160	—	
32	12,28	8,5	12,0	8,0	21	70	258	250	—	200	190	180	170	—	
36	14,50	10,0	13,5	9,0	23	76	290	290	—	240	230	220	210	—	
40	16,18	11,5	15,0	10,5	23	86	323	320	—	—	260	250	240	—	
În cazul folosirii a mai mult de două șururi de nituri								$e_1$ min	39	51	63	75	—	—	
								$e_2$ min	20	26	32	35	38	—	
Pentru oțel I STAS 565-80								Observații: Dimensiunile sînt date în mm							

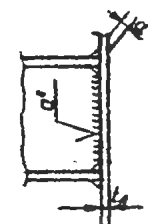
Tabelul 2.27.

## OȚEL

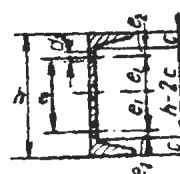
Date constructive pentru realizarea prinderilor



$$\begin{aligned} a_1 &\leq 0,7l_1 \text{ cind } l_2 < l_3 \\ a_2 &\leq 0,7l_2 \text{ cind } l_3 < l_1 \\ a_3 &\leq 0,7l_3 \text{ cind } l_1 < l_2 \\ a_4 &\leq 0,7l_4 \text{ cind } l_4 < l_1 \end{aligned}$$



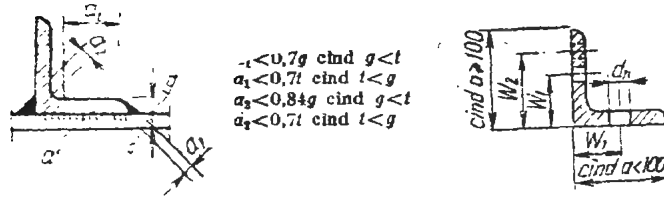
$$\begin{aligned} a' &\leq 0,7l \text{ cind } l < l_3 \\ a'' &\leq 0,7l_3 \text{ cind } l_3 < l_1 \\ a''' &\leq 0,7l_3 \text{ cind } g < l_3 \\ a'''' &\leq 0,7l_3 \text{ cind } l_3 < g \end{aligned}$$



Simbol	Grosimea		Grosimi sudurii maxime				Găurire								
			Tălpi			Inimă	Tălpi		Inimă						
									Inimă						
	$t_1$	$t_2$	$(t_1 < t_2)$ $a_1$	$(t_2 < t_3)$ $a_2$	$(t_3 < t_4)$ $a_3$	$(t_4 < t_5)$ $a_4$	$d_{\text{max}}$	$w_1$	$h-2e$	$h_2$	$e_{\text{max}}$ pentru $d_2 =$				
											18	17	21	23	25
5	5,5	8,5	3,5	6,0	5,0	3,5	—	20	20	20	—	—	—	—	—
6,5	5,7	8,9	4,0	6,0	5,0	3,5	—	25	33	30	—	—	—	—	—
8	6,2	9,8	4,0	6,5	5,5	4,0	13	25	46	45	—	—	—	—	—
10	6,5	10,5	4,5	7,0	5,0	4,0	13	30	64	65	—	—	—	—	—
12	6,8	11,2	4,5	7,5	6,0	5,0	17	30	82	80	—	—	—	—	—
14	7,6	12,4	5,0	8,5	6,5	5,0	17	35	98	95	55	—	—	—	—
16	7,9	13,1	5,5	9,0	7,0	5,0	21	35	115	110	80	60	—	—	—
18	8,2	13,8	5,5	9,5	7,5	5,5	21	40	133	130	90	80	65	—	—
20	8,5	14,5	6,0	10,0	7,5	6,0	23	40	151	150	110	109	85	80	—
22	9,3	15,7	6,5	11,0	8,5	6,0	23	45	167	160	—	110	95	90	80
24	9,6	16,4	6,5	11,5	8,5	6,5	25	45	184	180	—	130	115	110	100
26	10,4	17,6	7,0	12,0	9,5	7,0	25	50	200	200	—	150	135	130	120
30	12,0	20,0	8,0	14,0	10,5	7,0	25	55	232	230	—	—	165	160	150
În cazul folosirii a mai mult de două șururi de nituri										$e_1$ min	39	51	63	69	75
										$e_2$ min	20	26	32	35	38
Pentru oțel □ STAS 564-80										Observații: Dimensiunile sînt date în mm.					

## OȚEL CORNIER CU ARIPI EGALE

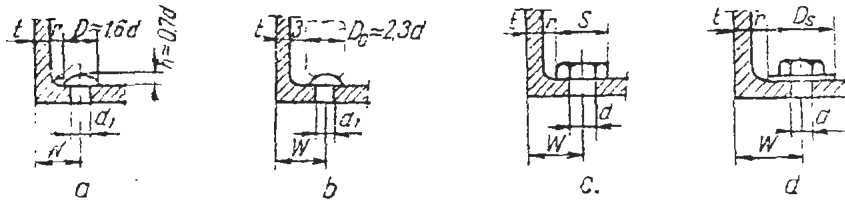
Date constructive pentru realizarea prinderilor



Gabarite pentru executarea îmbinărilor

## A. Îmbinări nituite

## B. Îmbinări cu șuruburi



Simbol L	Grosimea de sudură maxime		$a_1$ ~	Găurire							
	$(g < t)$ $a_1$	$(1,2g < t)$ $a_2 = a_1$		$d_{max}$	$w$ obținut		$w_1$ min pentru $d_1 =$				
					$w_1$	$w_2$	13	17	21	23	25
40 x 40 x 3	—	—	28	—	—	—	—	—	—	—	—
4	(2,5)	3,0	27	—	—	—	—	—	—	—	—
5	3,5	4,0	26	—	—	—	—	—	—	—	—
15 x 45 x 4	2,5	3,0	30	13	25	—	23	—	—	—	—
5	3,5	4,0	29	—	—	—	24	—	—	—	—
6	4,0	5,0	28	—	—	—	25	—	—	—	—
50 x 50 x 4	2,5	3,0	35	13	30	—	23	—	—	—	—
5	3,5	4,0	34	—	—	—	24	—	—	—	—
6	4,0	5,0	33	—	—	—	25	—	—	—	—
7	4,5	5,5	22	—	—	—	26	—	—	—	—
60 x 60 x 5	3,5	4,0	43	17	35	—	25	28	—	—	—
6	4,0	5,0	42	—	—	—	26	29	—	—	—
8	5,5	6,5	40	—	—	—	28	31	—	—	—
10	7,0	8,0	38	—	—	—	30	33	—	—	—
70 x 70 x 6	4,0	5,0	50	21	40	—	27	30	33	—	—
7	4,5	5,5	49	—	—	—	28	31	34	—	—
8	5,5	6,5	48	—	—	—	29	32	35	—	—

Simbol L	Grosimi de sudură maxime		$a_1$ ~	$d_{max}$	Găurire						
	$(g < t)$ $a_2$	$(1,2g < t)$ $a_2 = a_1$			se obținut		$w_{1max}$ pentru $d_1 =$				
					$m_1$	$m_2$	13	17	21	23	25
70 × 70 × 9 10	6,0 7,0	7,5 8,0	47 46	21	40	—	30 31	33 34	36 37	— —	— —
80 × 80 × 6 8 10	4,0 5,5 7,0	5,0 6,5 8,0	59 57 55	23	45	—	28 30 32	31 33 35	34 36 38	36 38 40	— — —
90 × 90 × 8 9 11	5,5 6,0 7,5	6,5 7,5 9,0	66 65 63	25	50	—	31 32 34	34 35 37	37 38 40	39 40 42	41 42 44
100 × 100 × 8 10 12	5,5 7,0 8,0	6,5 8,0 10,0	74 72 70	25	45	60	32 34 36	35 37 39	38 40 42	40 42 44	42 44 45
120 × 120 × 10 12	7,0 8,0	8,0 10,0	90 88	25	50	80	— —	38 40	41 43	43 45	45 47
130 × 130 × 12 14 16	8,0 9,5 11,0	10,0 11,5 13,5	97 95 93	25	50	90	— — —	41 43 45	44 46 48	46 48 50	48 50 50
140 × 140 × 12 14 16	8,0 9,5 11,0	10,0 11,5 13,5	105 103 101	28	50	95	— — —	— — —	45 47 49	47 49 51	49 50 53
150 × 150 × 12 14 16 18	8,0 9,5 11,0 12,5	10,0 11,5 13,5 15,0	114 112 110 108	28	50	105	— — — —	— — — —	46 48 50 50*	48 50 50* 50*	50 50* 50* —
160 × 160 × 12 14 16 18	8,0 9,5 11,0 12,5	10,0 11,5 13,5 15,0	122 120 118 116	28	60	115	— — — —	— — — —	— — — —	49 51 53 55	51 53 55 57

\* Pentru situația cea mai defavorabilă conform figurilor a, b, c, d.  
 sau c — conform figurii a, respectiv c.

Pentru oțel  
corbier

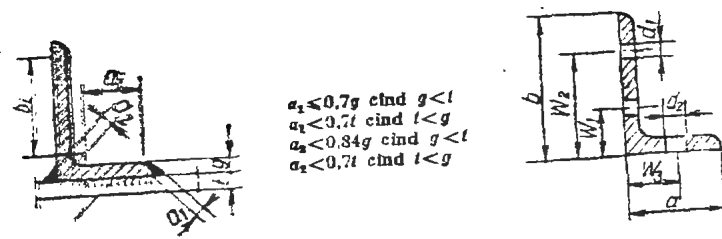
STAS 424-80

Observații:

— Dimensiunile sînt date în mm.

— pentru  $a < 100$  mm — un rînd de nituri sau șuruburi— pentru  $a \geq 100$  mm — două rînduri de nituri sau șuruburi.

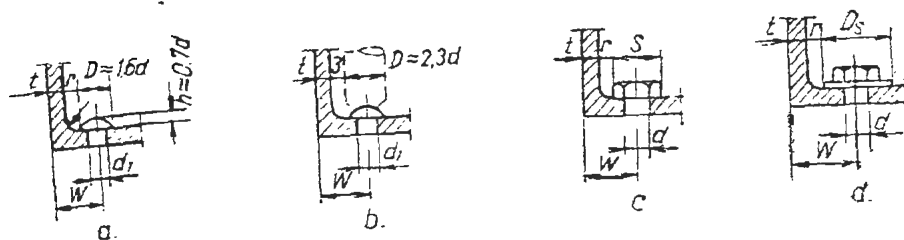
# OTEL CORNER CU ARIPI NEEGALE Date constructive pentru realizarea prinderilor



Gabarite pentru executarea îmbinărilor.

## A. Îmbinări nituite

## B. Îmbinări cu șuruburi



Simbol L	Grosimi de sudură maxime		$a_1$ ~	$b_1$ ~	Cădere										
	$(g < l)$ $a_1$	$(1,2g < l)$ $a_2 = a_1$			$d_1$	$d_2$	m obținut			$w_1(3)$ min pentru d=					
							max.	$w_1$	$w_2$	$w_3$	13	17	21	23	25
45 x 30 x 4 5	— 3,5	3,0 4,0	19 18	34 33	13	—	25	—	—	22 23	— —	— —	— —	— —	
60 x 30 x 5 6	3,5 4,0	4,0 5,0	16 15	46 45	17	—	35	—	—	23 24	28 29	— —	— —	— —	
30 x 40 x 6 6 7	3,5 4,0 4,5	4,0 5,0 5,5	26 25 24	46 45 44	17	—	35	—	—	23 24 25	28 29 30	— — —	— — —	— — —	
35 x 50 x 6 7 8	4,0 4,5 5,5	5,0 5,5 6,5	34 33 32	49 48 47	21	13	35	—	30	25 26 27	29 30 31	33 34 35	— — —	— — —	
75 x 50 x 7	4,5	5,5	32	57	23	13	40	—	30	26	30	34	37	—	

Simbol L	Grosimi de sudură maxime		$a_1$ ~	$b_1$ ~	Cădere									
	$(g < l)$ $a_1$	$(1,2g < l)$ $a_2 = a_1$			$d_1$	$d_2$	cu obiectul			$w_1(3)$ min pentru d=				
							max.	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$	15	17	21
80 × 60 × 7	4,5	5,5	41	61	23	17	45	—	35	27	30	34	37	—
80 × 65 × 6	4,0	5,0	47	62	23	21	45	—	35	26	29	33	36	—
8	5,5	6,5	45	60						28	31	35	38	—
10	7,0	8,0	43	58						30	33	35	40	—
90 × 60 × 6	4,0	5,0	43	73	25	17	50	—	35	25	29	33	36	38
8	5,5	6,5	41	71						27	31	35	38	40
100 × 50 × 8	5,5	6,5	28	78	25	13	45	60	30	29	32	35	38	40
10	7,0	8,0	26	76						30	34	37	40	42
100 × 75 × 7	4,5	5,5	53	78	25	23	45	60	40	29	32	35	37	39
9	6,0	7,5	51	76						31	34	37	39	41
11	7,5	—	49	74						33	36	39	40	43
120 × 80 × 8	5,5	6,5	55	95	25	23	50	80	45	—	34	37	39	41
10	7,0	8,0	53	93						—	36	39	41	43
12	8,0	10,0	51	91						—	38	41	43	45
150 × 90 × 10	7,0	8,0	61	121	28	25	50	105	50	—	38	41	43	45
12	8,0	10,0	59	119						—	40	43	45	47
150 × 100 × 10	7,0	8,0	70	120	28	25	50	105	45	—	38	41	43	45
12	8,0	10,0	68	118						—	40	43	45	47
14	9,5	11,5	66	116						—	42	45	47	49

\* Pentru situația cea mai defavorabilă conform figurilor a, b, c, d  
a — conform figuri a.

Pentru otel corner  
STAS 425-80

Observații: — Dimensiunile sînt date în mm.

- Pentru  $b < 100$  mm — un rînd de nituri sau șuruburi.
- Pentru  $b \geq 100$  mm — două rînduri de nituri sau șuruburi

# ANEXA 3

## Elemente pentru calculul îmbinărilor cu tițe

Tabelul 3.1.	Efortul capabil la forfecare al unui nit.....	261
Tabelul 3.2.	Efortul capabil la forfecare al unui șurub introdus în gaură obișnuită (îmbinare nepăsuțită).....	261
Tabelul 3.3.	Efortul capabil la forfecare al unui șurub cu tițe precise introdus în gaură cu oel mult 0,3 mm mai mare (îmbinare păsuțită).....	262
Tabelul 3.4.	Efortul capabil la întindere al unui nit.....	263
Tabelul 3.5.	Efortul capabil la întindere al unui șurub.....	263
Tabelul 3.6.	Efortul capabil la presiune pe pereții găurii pentru nituri și șuruburi precise (îmbinare păsuțită) la piese din OL 37.....	264
Tabelul 3.7.	Efortul capabil la presiune pe pereții găurii pentru nituri și șuruburi precise (îmbinare păsuțită) la piese din OL 44.....	265
Tabelul 3.8.	Efortul capabil la presiune pe pereții găurii pentru nituri și șuruburi precise (îmbinare păsuțită) la piese din OL 52.....	265
Tabelul 3.9.	Efortul capabil al unui șurub de înaltă rezistență prestensionat.....	267
Tabelul 3.10.	Coefficienții K pentru b=2...20.....	268
Tabelul 3.11.	Coefficienții $K_1$ și $K_2$ pentru a=1; b=1...20; a=0,3...2,68.....	269
Tabelul 3.12.	Coefficienții $K_1$ și $K_2$ pentru a=2; b=1...10; a=0,3...2,68.....	270
Tabelul 3.13.	Coefficienții $K_1$ și $K_2$ pentru a=2; b=11...20; a=0,3...2,68.....	278
Tabelul 3.14.	Coefficienții $K_1$ și $K_2$ pentru a=3; b=1...10; a=0,3...2,68.....	286
Tabelul 3.15.	Coefficienții $K_1$ și $K_2$ pentru a=3; b=11...20; a=0,3...2,68.....	294
Tabelul 3.16.	Coefficienții $K_1$ și $K_2$ pentru a=4; b=1...10; a=0,3...2,68.....	302
Tabelul 3.17.	Coefficienții $K_1$ și $K_2$ pentru a=4; b=11...20; a=0,3...2,68.....	310

EFORTUL CAPABIL LA FORFECARE AL UNUI NIT			
$N_{cap}$	$\eta_f$	$R_f$ [KN]	$d_f$ [mm]
Material	d	12	16
	d <sub>1</sub>	13	17
OL 34	$\eta_f$	27,55	30
$R_f$ 170N/mm <sup>2</sup>	$\eta_f$	45,10	60
OL 44	$\eta_f$	29,18	38,85
$R_f$ 220N/mm <sup>2</sup>	$\eta_f$	59,37	71,71

\* dimensiunile din paranteză se vor evita pe cât posibil.

$d_1$  = diametrul de calcul al nitului

$d$  = diametrul nominal al nitului

EFORTUL CAPABIL LA FORFECARE AL UNUI ȘURUB			
$N_{cap}$	$\eta_f$	$R_f$ [KN]	$d_f$ [mm]
Grupă	$\eta_f$	12	16
4.6	1	14,69	20
$R_f$ 150N/mm <sup>2</sup>	2	29,39	40
5.6	1	18,8	24,61
$R_f$ 160N/mm <sup>2</sup>	2	36,17	49,21
6.6	1	20,34	27,69
$R_f$ 180N/mm <sup>2</sup>	2	40,69	55,38

\* dimensiunile din paranteză se vor evita pe cât posibil

EFORTUL CAPARIL LA FORFECARE AL UNUI SURUB  
CU TIJA PRECISA INTRODUS IN GAURA CU CEL MULT 0.3MM

MAI MARE

$$N_{cap} = n_f \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_f \quad [KN]$$

Tabelul 3.2

Grupa	$n_f$	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	M30
46.	1	19.21	26.15	34.16	43.23	53.37	64.58	76.86	97.28	120.10	
$R_f = 170N/mm^2$	2	38.43	52.31	68.32	86.47	106.75	129.17	153.73	194.57	240.20	
56.	1	23.73	32.31	42.20	53.41	65.93	79.78	94.95	120.17	148.36	
$R_f = 210N/mm^2$	2	47.47	64.62	84.40	106.82	131.87	159.57	189.90	240.35	296.72	
66.	1	27.12	36.92	48.23	61.4	75.35	91.18	108.51	137.34	169.55	
$R_f = 240N/mm^2$	2	54.25	73.85	96.46	122.8	150.71	182.37	217.3	274.68	339.11	

\* dimensiunile din paranteză se vor evita pe cât posibil

EFORTUL CAPARIL LA INTINDERE AL UNUI NIV

$$N_{cap} = n_f \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_f \quad [KN]$$

Tabelul 3.4

Material	$d_f$	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	(33)	36
OL34												
$R_f = 170N/mm^2$												
OL44												
$R_f = 170N/mm^2$												

- \* dimensiunile din paranteză se vor evita pe cât posibil.
- \* împinările ou nituri supuse la întindere se vor evita pe cât posibil

EFORTUL CAPARIL LA INTINDERE AL UNUI SURUB

$$N_{cap} = A_s \cdot R_s \quad [KN]$$

Tabelul 3.5

$A_s$	$d$	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	(33)	36
$Gupa$												
$A_s$												
$R_s$												
$R_s = 170N/mm^2$												
$R_s$												
$R_s = 170N/mm^2$												

Tabelul 3.6

EFORTUL CAPABIL LA PRESIUNE PE PERETII GAURII PENTRU NITURI SI SURUBURI PRECISE

$N_{cap} = d \cdot \Sigma t \cdot R_p^b$  [kN] (IMBINARI PASUITE) LA PIESE DIN OL37  $R_p^b = R_p^a \cdot 420 N/mm^2$

$d$ (mm)	12	14	16	18	20	22	24	27	30
$\Sigma t$ (mm)	4	5	6	8	10	12	14	16	18
4	20.15	27.51	26.47	30.23	33.59	36.95	40.31	45.35	50.39
5	25.19	29.39	33.59	37.79	42.0	46.19	50.39	56.69	62.99
6	30.23	35.27	40.31	45.35	50.39	55.43	60.47	68.3	75.59
8	40.31	47.3	53.75	60.47	67.19	73.91	80.63	90.71	100.79
10	50.39	58.79	67.19	75.59	84.0	92.39	100.79	113.39	125.99
12	60.47	70.55	80.63	90.71	100.79	110.87	120.95	136.7	151.19
14	70.55	82.31	94.7	105.83	117.59	129.35	141.11	158.75	176.39
16	80.63	94.7	107.51	120.95	134.39	147.83	161.27	181.43	201.59
18	90.71	109.43	120.95	136.7	151.19	166.31	181.43	204.11	226.79
20	100.79	117.59	134.39	151.19	168.0	184.79	201.59	226.79	251.99
22	110.87	129.35	147.83	166.31	184.79	203.27	221.75	249.47	277.19
24	120.95	141.11	161.27	181.43	201.59	221.75	241.91	272.15	302.39
26	131.3	152.87	174.71	196.55	218.39	240.23	262.7	294.83	327.59
28	141.11	164.63	188.15	211.67	235.19	258.71	282.73	317.51	352.79
30	151.19	176.39	201.59	226.79	251.99	277.19	302.39	340.1	377.99
32	161.27	188.15	215.3	241.91	268.79	295.67	322.55	362.87	403.19
34	171.35	199.91	228.47	257.7	285.59	314.15	342.71	385.45	428.39
36	181.43	211.67	241.91	272.15	302.39	332.63	362.87	408.23	453.59
38	191.51	223.43	255.35	287.27	319.4	351.11	383.3	430.91	478.79
40	201.59	235.19	268.79	302.39	336.0	369.59	403.19	453.59	503.99

dimensiunile din paranteză se vor evita pe cât posibil  
 pentru șuruburi grosolane, semiprecise sau precise torenoune  
 în găuri obișnuite, valorile din tabel se multiplică cu 0.8

Tabelul 3.7

EFORTUL CAPABIL LA PRESIUNE PE PERETII GAURII PENTRU NITURI SI SURUBURI PRECISE (IMBINARI PASUITE) LA

$N_{cap} = d \cdot \Sigma t \cdot R_p^b$  [kN];  $R_p^b = R_p^a \cdot 500 N/mm^2$  PIESE DIN OL44

$d$ (mm)	12	14	16	18	20	22	24	27	30
$\Sigma t$ (mm)	4	5	6	8	10	12	14	16	18
4	24.0	28.0	32.0	36.0	40.0	44.0	48.0	54.0	60.0
5	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	67.50	75.0
6	36.0	42.0	48.0	54.0	60.0	66.0	72.0	81.0	90.0
8	48.0	56.0	64.0	72.0	80.0	88.0	96.0	108.0	120.0
10	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	135.0	150.0
12	72.0	84.0	96.0	108.0	120.0	132.0	144.0	162.0	180.0
14	84.0	98.0	112.0	126.0	140.0	154.0	168.0	189.0	210.0
16	96.0	112.0	128.0	144.0	160.0	176.0	192.0	216.0	240.0
18	108.0	126.0	144.0	162.0	180.0	198.0	216.0	243.0	270.0
20	120.0	140.0	160.0	180.0	200.0	220.0	240.0	270.0	300.0
22	132.0	154.0	176.0	198.0	220.0	242.0	264.0	297.0	330.0
24	144.0	168.0	192.0	216.0	240.0	264.0	288.0	324.0	360.0
26	156.0	182.0	208.0	234.0	260.0	286.0	312.0	351.0	390.0
28	168.0	196.0	224.0	252.0	280.0	308.0	336.0	378.0	420.0
30	180.0	210.0	240.0	270.0	300.0	330.0	360.0	405.0	450.0
32	192.0	224.0	256.0	288.0	320.0	352.0	384.0	432.0	480.0
34	204.0	238.0	272.0	306.0	340.0	374.0	408.0	459.0	510.0
36	216.0	252.0	288.0	324.0	360.0	396.0	432.0	486.0	540.0
38	228.0	266.0	304.0	342.0	380.0	418.0	456.0	513.0	570.0
40	240.0	280.0	320.0	360.0	400.0	440.0	480.0	540.0	600.0

dimensiunile din paranteză se vor evita pe cât posibil  
 pentru șuruburi grosolane, semiprecise sau precise intr. mare  
 în găuri obișnuite, valorile din tabel se multiplică cu 0.8



Tabelul 3.8

EFORTUL CAPABIL PE PERETII GAURI PENTRU NITURI  
SI SURURURI PRECISE (IMBINARI PASUTE) LA

$N_{cop} = d \cdot \Sigma t \cdot R_p^0 [KN]; R_p^0 = R_p^0 - 600N/mm^2$  PIESE DIN OL52

$d(mm)$  12 \* (14) \* 16 \* (18) \* 20 \* (22) \* 24 \* (27) \* 30

$\Sigma t (mm)$

4	28,79*	33,59*	38,39*	43,19*	47,99*	52,79*	57,59*	64,79*	71,99*
5	35,99*	41,99*	47,99*	53,99*	59,99*	65,99*	71,99*	80,99*	89,99*
6	43,20*	50,39*	57,59*	64,79*	72,00*	79,19*	86,40*	97,19*	108,00*
8	57,59*	67,19*	76,79*	86,39*	95,99*	105,59*	115,19*	129,59*	143,99*
10	71,99*	83,99*	95,99*	107,99*	119,99*	131,99*	143,99*	161,99*	179,99*
12	86,40*	100,79*	115,19*	129,59*	144,00*	158,39*	172,80*	194,39*	216,00*
14	100,79*	117,59*	134,39*	151,19*	168,00*	184,79*	201,59*	226,79*	251,99*
16	115,19*	134,39*	153,59*	172,79*	191,99*	211,19*	230,39*	259,19*	287,99*
18	129,59*	151,00*	172,79*	194,39*	215,99*	237,59*	259,19*	291,59*	323,99*
20	143,99*	167,99*	191,99*	215,99*	239,99*	263,99*	287,99*	323,99*	359,99*
22	158,39*	184,79*	211,19*	237,59*	263,99*	290,39*	316,79*	356,39*	395,99*
24	172,80*	201,59*	230,39*	259,19*	288,00*	316,79*	345,60*	388,79*	432,00*
26	187,19*	218,39*	249,59*	280,79*	312,00*	343,19*	374,39*	421,19*	467,99*
28	201,59*	235,19*	268,79*	302,39*	336,00*	369,59*	403,19*	453,59*	503,99*
30	215,99*	251,99*	287,99*	323,99*	359,99*	395,99*	431,99*	485,99*	539,99*
32	230,39*	268,79*	307,19*	345,59*	383,99*	422,39*	460,79*	518,39*	575,99*
34	244,80*	285,60*	326,39*	367,19*	408,00*	448,79*	489,60*	550,79*	612,00*
36	259,19*	302,39*	345,59*	388,79*	431,99*	475,19*	518,39*	583,19*	647,99*
38	273,60*	319,19*	364,79*	410,39*	456,00*	501,59*	547,20*	616,59*	684,00*
40	287,99*	335,99*	383,99*	431,99*	479,99*	527,99*	575,99*	647,99*	719,99*

- dimensiunile din paranteză se vor evita pe cât posibil
- pentru surururi grosolane, semiprecise sau precise introduse în găuri obişnuite, valorile din tabel se multiplică cu 0,8.

Tabelul 3.9

Distanţa	Grupa	10		20		22		24		27		30	
		$d, d$	$d, d$	$d, d$	$d, d$	$d, d$	$d, d$	$d, d$	$d, d$	$d, d$	$d, d$	$d, d$	$d, d$
I	0,35	1	25,32	35,60	45,57	55,57	65,57	75,57	85,57	95,57	105,57	115,57	125,57
		2	50,64	71,21	79,02	111,13	127,00	143,00	159,00	175,00	191,00	207,00	223,00
	0,45	1	28,94	40,69	45,16	55,85	65,50	75,50	85,50	95,50	105,50	115,50	125,50
		2	57,88	81,39	90,32	111,70	127,00	143,00	159,00	175,00	191,00	207,00	223,00
	0,50	1	36,17	50,87	56,45	69,81	81,17	92,53	103,89	115,25	126,61	137,97	149,33
		2	72,35	101,74	112,90	139,62	158,76	177,00	195,25	213,50	231,75	250,00	268,25

$m = 0,9$  - coeficient al condițiilor de lucru (încălziri statice)

$\eta_L$  = numărul suprafețelor de frezare

COEFICIENTII K PENTRU CALCULUL ÎMBINĂRILOR  
CU TIJE SOLICITATE PERPENDICULAR PE PLANUL ÎMBINĂRILOR

$$K = \frac{6}{b(2b-1)}$$

Tabelul 3.10

b	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K	1,000	0,400	0,214	0,133	0,091	0,066	0,050	0,039	0,032	0,026
b	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
K	0,022	0,016	0,015	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008	

COEFICIENTII K<sub>1</sub> SI K<sub>2</sub> PENTRU CALCULUL ÎMBINĂRILOR  
CU TIJE SOLICITATE ÎN PLANUL ÎMBINĂRII

$$K_1 = \frac{6(a-1)}{(a^2-1)+(b^2-1)a^2} ; K_2 = \frac{6(b-1)}{(a^2-1)-\frac{1}{a^2}+(b^2-1)}$$

Tabelul 3.11  
a=1; b=1...20; a=0,30...2,68

b \ a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K <sub>1</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
K <sub>2</sub>	3,000	2,000	1,500	1,200	1,000	0,857	0,750	0,667	0,600	0,545
b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
K <sub>2</sub>	0,500	0,462	0,429	0,400	0,375	0,353	0,333	0,316	0,300	0,286
K <sub>1</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabelul 3.12

a=2; b=1; c=0.20...0.98											
b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.30	K1	2.000	1.835	1.613	1.379	1.163	0.976	0.820	0.692	0.588	0.504
	K2	0.000	0.165	0.290	0.372	0.419	0.439	0.443	0.436	0.424	0.408
0.32	K1	2.000	1.814	1.571	1.323	1.099	0.911	0.758	0.635	0.536	0.457
	K2	0.000	0.186	0.322	0.406	0.450	0.467	0.466	0.455	0.439	0.421
0.34	K1	2.000	1.793	1.529	1.267	1.039	0.852	0.702	0.583	0.490	0.415
	K2	0.000	0.207	0.353	0.440	0.480	0.492	0.487	0.472	0.453	0.432
0.36	K1	2.000	1.771	1.486	1.214	0.982	0.796	0.651	0.537	0.449	0.379
	K2	0.000	0.229	0.385	0.472	0.509	0.516	0.506	0.488	0.465	0.442
0.38	K1	2.000	1.748	1.444	1.161	0.928	0.745	0.604	0.496	0.412	0.347
	K2	0.000	0.252	0.417	0.503	0.536	0.538	0.523	0.501	0.476	0.451
0.40	K1	2.000	1.724	1.402	1.111	0.877	0.698	0.562	0.459	0.380	0.318
	K2	0.000	0.276	0.449	0.533	0.561	0.558	0.539	0.514	0.486	0.459
0.42	K1	2.000	1.700	1.360	1.063	0.829	0.654	0.523	0.425	0.351	0.293
	K2	0.000	0.300	0.480	0.562	0.585	0.577	0.554	0.525	0.495	0.465
0.44	K1	2.000	1.676	1.319	1.016	0.785	0.614	0.488	0.395	0.325	0.271
	K2	0.000	0.324	0.511	0.590	0.608	0.594	0.567	0.535	0.503	0.472
0.46	K1	2.000	1.651	1.279	0.972	0.743	0.577	0.456	0.367	0.301	0.251
	K2	0.000	0.349	0.541	0.617	0.629	0.610	0.579	0.544	0.510	0.477
0.48	K1	2.000	1.625	1.239	0.929	0.703	0.542	0.427	0.343	0.280	0.232
	K2	0.000	0.375	0.571	0.642	0.648	0.625	0.590	0.552	0.516	0.482
0.50	K1	2.000	1.600	1.200	0.889	0.667	0.511	0.400	0.320	0.261	0.216
	K2	0.000	0.400	0.600	0.667	0.667	0.638	0.600	0.560	0.522	0.486
0.52	K1	2.000	1.574	1.162	0.850	0.632	0.481	0.375	0.299	0.244	0.202
	K2	0.000	0.426	0.628	0.690	0.684	0.651	0.609	0.567	0.527	0.490
0.54	K1	2.000	1.548	1.125	0.814	0.600	0.454	0.353	0.281	0.228	0.188
	K2	0.000	0.452	0.656	0.712	0.700	0.662	0.618	0.573	0.532	0.494
0.56	K1	2.000	1.523	1.089	0.779	0.570	0.429	0.332	0.264	0.214	0.176
	K2	0.000	0.477	0.683	0.733	0.715	0.673	0.625	0.579	0.536	0.497
0.58	K1	2.000	1.497	1.054	0.746	0.542	0.406	0.313	0.248	0.201	0.165
	K2	0.000	0.503	0.709	0.753	0.730	0.683	0.632	0.584	0.540	0.500

Tabelul 3.12 (continuare)

a=2; b=1...10; c=0.20...0.98											
b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.60	K1	2.000	1.471	1.020	0.714	0.515	0.385	0.296	0.234	0.189	0.155
	K2	0.000	0.529	0.735	0.771	0.742	0.692	0.639	0.589	0.543	0.501
0.62	K1	2.000	1.445	0.988	0.684	0.491	0.365	0.280	0.220	0.174	0.146
	K2	0.000	0.555	0.759	0.799	0.755	0.701	0.645	0.593	0.547	0.506
0.64	K1	2.000	1.419	0.956	0.656	0.468	0.346	0.265	0.204	0.168	0.138
	K2	0.000	0.581	0.783	0.806	0.766	0.709	0.651	0.597	0.550	0.508
0.66	K1	2.000	1.393	0.925	0.629	0.446	0.329	0.251	0.197	0.159	0.130
	K2	0.000	0.607	0.806	0.822	0.777	0.716	0.656	0.601	0.557	0.516
0.68	K1	2.000	1.368	0.896	0.604	0.426	0.313	0.238	0.187	0.150	0.123
	K2	0.000	0.632	0.828	0.838	0.787	0.723	0.661	0.604	0.559	0.512
0.70	K1	2.000	1.342	0.867	0.580	0.407	0.298	0.226	0.177	0.142	0.116
	K2	0.000	0.658	0.850	0.852	0.797	0.730	0.665	0.608	0.557	0.510
0.72	K1	2.000	1.317	0.839	0.557	0.389	0.284	0.215	0.168	0.135	0.110
	K2	0.000	0.683	0.870	0.866	0.806	0.736	0.669	0.611	0.560	0.515
0.74	K1	2.000	1.292	0.813	0.535	0.372	0.271	0.205	0.160	0.128	0.105
	K2	0.000	0.708	0.890	0.879	0.814	0.741	0.673	0.613	0.562	0.517
0.76	K1	2.000	1.268	0.787	0.514	0.356	0.258	0.195	0.152	0.122	0.100
	K2	0.000	0.732	0.910	0.891	0.822	0.746	0.677	0.616	0.563	0.518
0.78	K1	2.000	1.243	0.763	0.495	0.341	0.247	0.185	0.145	0.116	0.095
	K2	0.000	0.757	0.928	0.903	0.830	0.751	0.680	0.618	0.565	0.520
0.80	K1	2.000	1.220	0.739	0.476	0.327	0.236	0.178	0.139	0.111	0.091
	K2	0.000	0.780	0.946	0.914	0.837	0.754	0.683	0.620	0.567	0.521
0.82	K1	2.000	1.196	0.716	0.457	0.314	0.226	0.170	0.132	0.106	0.086
	K2	0.000	0.804	0.963	0.925	0.846	0.760	0.686	0.623	0.569	0.523
0.84	K1	2.000	1.173	0.694	0.429	0.301	0.217	0.163	0.126	0.101	0.081
	K2	0.000	0.827	0.979	0.937	0.854	0.764	0.689	0.626	0.571	0.525
0.86	K1	2.000	1.150	0.673	0.425	0.294	0.208	0.156	0.121	0.097	0.077
	K2	0.000	0.850	0.995	0.949	0.863	0.769	0.691	0.627	0.571	0.525
0.88	K1	2.000	1.127	0.653	0.411	0.278	0.190	0.140	0.116	0.092	0.072
	K2	0.000	0.873	1.011	0.954	0.865	0.767	0.685	0.620	0.563	0.517

Tabelul 3.12 (continuare)

a=2; b=1...10; c=0.90...1.18

a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.90	K1	2.000	1.105	0.633	0.396	0.267	0.191	0.143	0.111	0.084	0.072
	K2	0.000	0.895	1.025	0.962	0.866	0.775	0.696	0.630	0.573	0.526
0.92	K1	2.000	1.083	0.614	0.382	0.257	0.184	0.138	0.107	0.085	0.069
	K2	0.000	0.917	1.039	0.971	0.871	0.778	0.698	0.631	0.575	0.527
0.94	K1	2.000	1.062	0.596	0.369	0.248	0.177	0.132	0.102	0.081	0.066
	K2	0.000	0.938	1.053	0.979	0.876	0.781	0.700	0.633	0.576	0.527
0.96	K1	2.000	1.041	0.578	0.357	0.239	0.170	0.127	0.098	0.078	0.064
	K2	0.000	0.959	1.066	0.986	0.881	0.784	0.702	0.634	0.577	0.528
0.98	K1	2.000	1.020	0.562	0.345	0.230	0.164	0.122	0.094	0.075	0.061
	K2	0.000	0.980	1.079	0.993	0.885	0.787	0.704	0.635	0.577	0.529
1.00	K1	2.000	1.000	0.545	0.333	0.222	0.158	0.118	0.091	0.072	0.059
	K2	0.000	1.000	1.091	1.000	0.889	0.789	0.706	0.636	0.578	0.529
1.02	K1	2.000	0.980	0.530	0.322	0.215	0.152	0.113	0.088	0.070	0.057
	K2	0.000	1.020	1.103	1.007	0.893	0.792	0.707	0.637	0.579	0.530
1.04	K1	2.000	0.961	0.515	0.312	0.207	0.147	0.109	0.084	0.067	0.055
	K2	0.000	1.039	1.114	1.013	0.896	0.794	0.709	0.639	0.580	0.531
1.06	K1	2.000	0.942	0.500	0.302	0.200	0.142	0.105	0.081	0.065	0.053
	K2	0.000	1.058	1.125	1.019	0.900	0.796	0.710	0.640	0.581	0.531
1.08	K1	2.000	0.923	0.487	0.293	0.194	0.137	0.102	0.078	0.062	0.051
	K2	0.000	1.077	1.135	1.024	0.903	0.798	0.712	0.641	0.581	0.532
1.10	K1	2.000	0.905	0.473	0.284	0.187	0.132	0.098	0.076	0.060	0.049
	K2	0.000	1.095	1.145	1.030	0.906	0.800	0.713	0.641	0.582	0.532
1.12	K1	2.000	0.887	0.460	0.275	0.181	0.128	0.095	0.073	0.058	0.047
	K2	0.000	1.113	1.155	1.035	0.909	0.802	0.714	0.642	0.583	0.533
1.14	K1	2.000	0.870	0.448	0.267	0.175	0.124	0.092	0.071	0.056	0.046
	K2	0.000	1.130	1.164	1.040	0.912	0.804	0.716	0.643	0.583	0.533
1.16	K1	2.000	0.853	0.436	0.259	0.170	0.120	0.089	0.068	0.054	0.044
	K2	0.000	1.147	1.173	1.045	0.915	0.806	0.717	0.644	0.584	0.533
1.18	K1	2.000	0.836	0.424	0.251	0.165	0.116	0.086	0.066	0.052	0.043
	K2	0.000	1.164	1.182	1.049	0.918	0.807	0.718	0.645	0.584	0.534

Tabelul 3.12 (continuare)

a=2; b=1...10; c=1.20...1.48

a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.20	K1	2.000	0.420	0.413	0.244	0.160	0.112	0.083	0.064	0.051	0.041
	K2	0.000	1.180	1.196	1.054	0.920	0.802	0.719	0.645	0.585	0.534
1.22	K1	2.000	0.804	0.402	0.237	0.153	0.109	0.081	0.062	0.049	0.040
	K2	0.000	1.196	1.198	1.058	0.923	0.810	0.720	0.646	0.585	0.535
1.24	K1	2.000	0.788	0.392	0.230	0.150	0.106	0.078	0.060	0.048	0.039
	K2	0.000	1.212	1.206	1.062	0.925	0.812	0.721	0.647	0.586	0.535
1.26	K1	2.000	0.773	0.382	0.224	0.146	0.102	0.076	0.058	0.046	0.037
	K2	0.000	1.227	1.213	1.066	0.927	0.813	0.722	0.647	0.586	0.535
1.28	K1	2.000	0.758	0.373	0.218	0.142	0.099	0.073	0.056	0.045	0.036
	K2	0.000	1.242	1.221	1.069	0.929	0.815	0.722	0.648	0.587	0.536
1.30	K1	2.000	0.743	0.363	0.212	0.138	0.097	0.071	0.055	0.043	0.035
	K2	0.000	1.257	1.228	1.073	0.931	0.816	0.723	0.648	0.587	0.536
1.32	K1	2.000	0.729	0.354	0.206	0.134	0.094	0.069	0.053	0.042	0.034
	K2	0.000	1.271	1.234	1.076	0.933	0.817	0.724	0.649	0.587	0.536
1.34	K1	2.000	0.715	0.346	0.200	0.130	0.091	0.067	0.052	0.041	0.033
	K2	0.000	1.285	1.241	1.080	0.935	0.818	0.725	0.649	0.588	0.536
1.36	K1	2.000	0.702	0.337	0.195	0.127	0.089	0.065	0.050	0.040	0.032
	K2	0.000	1.298	1.247	1.083	0.937	0.819	0.725	0.650	0.588	0.537
1.38	K1	2.000	0.689	0.329	0.190	0.123	0.086	0.064	0.049	0.039	0.031
	K2	0.000	1.311	1.253	1.086	0.938	0.820	0.726	0.650	0.589	0.537
1.40	K1	2.000	0.676	0.321	0.185	0.120	0.084	0.062	0.047	0.038	0.030
	K2	0.000	1.324	1.259	1.089	0.940	0.821	0.727	0.651	0.589	0.537
1.42	K1	2.000	0.663	0.314	0.180	0.117	0.082	0.060	0.046	0.037	0.030
	K2	0.000	1.337	1.265	1.092	0.942	0.822	0.727	0.651	0.589	0.537
1.44	K1	2.000	0.651	0.306	0.176	0.114	0.079	0.059	0.045	0.036	0.029
	K2	0.000	1.349	1.270	1.094	0.943	0.823	0.728	0.652	0.589	0.538
1.46	K1	2.000	0.639	0.299	0.172	0.111	0.077	0.057	0.044	0.035	0.028
	K2	0.000	1.361	1.276	1.097	0.945	0.824	0.729	0.652	0.590	0.538
1.48	K1	2.000	0.627	0.292	0.167	0.108	0.075	0.055	0.043	0.034	0.027
	K2	0.000	1.373	1.281	1.100	0.946	0.825	0.729	0.652	0.590	0.538

Tabelul 3.12(continuare)

a=2; b=1...10; c=1.50...1.78

	a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.50		K1	2.000	0.615	0.286	0.163	0.105	0.073	0.054	0.041	0.033	0.027
		K2	0.000	1.385	1.296	1.102	0.947	0.826	0.730	0.653	0.590	0.538
1.52		K1	2.000	0.604	0.279	0.159	0.103	0.072	0.053	0.040	0.032	0.026
		K2	0.000	1.396	1.291	1.104	0.949	0.826	0.730	0.653	0.590	0.538
1.54		K1	2.000	0.593	0.273	0.156	0.100	0.070	0.051	0.039	0.031	0.025
		K2	0.000	1.407	1.295	1.107	0.950	0.827	0.731	0.654	0.591	0.539
1.56		K1	2.000	0.582	0.267	0.152	0.098	0.068	0.050	0.038	0.030	0.025
		K2	0.000	1.418	1.300	1.109	0.951	0.828	0.731	0.654	0.591	0.539
1.58		K1	2.000	0.572	0.261	0.148	0.095	0.066	0.049	0.037	0.030	0.024
		K2	0.000	1.428	1.304	1.111	0.952	0.829	0.732	0.654	0.591	0.539
1.60		K1	2.000	0.562	0.256	0.145	0.093	0.065	0.048	0.037	0.029	0.023
		K2	0.000	1.438	1.308	1.113	0.953	0.829	0.732	0.654	0.591	0.539
1.62		K1	2.000	0.552	0.250	0.142	0.091	0.063	0.047	0.036	0.028	0.023
		K2	0.000	1.448	1.312	1.115	0.955	0.830	0.733	0.655	0.592	0.539
1.64		K1	2.000	0.542	0.245	0.138	0.089	0.062	0.045	0.035	0.028	0.022
		K2	0.000	1.458	1.316	1.117	0.956	0.831	0.733	0.655	0.592	0.539
1.66		K1	2.000	0.533	0.240	0.135	0.087	0.060	0.044	0.034	0.027	0.022
		K2	0.000	1.467	1.320	1.119	0.957	0.831	0.733	0.655	0.592	0.540
1.68		K1	2.000	0.523	0.235	0.132	0.085	0.059	0.043	0.033	0.026	0.021
		K2	0.000	1.477	1.324	1.121	0.958	0.832	0.734	0.656	0.592	0.540
1.70		K1	2.000	0.514	0.230	0.129	0.083	0.058	0.042	0.032	0.026	0.021
		K2	0.000	1.486	1.328	1.122	0.959	0.832	0.734	0.656	0.592	0.540
1.72		K1	2.000	0.505	0.225	0.127	0.081	0.056	0.041	0.032	0.025	0.020
		K2	0.000	1.495	1.331	1.124	0.959	0.833	0.734	0.656	0.592	0.540
1.74		K1	2.000	0.497	0.220	0.124	0.079	0.055	0.040	0.031	0.024	0.021
		K2	0.000	1.503	1.335	1.126	0.960	0.834	0.735	0.656	0.593	0.540
1.76		K1	2.000	0.488	0.216	0.121	0.078	0.054	0.040	0.030	0.024	0.019
		K2	0.000	1.512	1.338	1.127	0.961	0.834	0.735	0.657	0.593	0.540
1.78		K1	2.000	0.480	0.212	0.119	0.076	0.053	0.039	0.030	0.023	0.019
		K2	0.000	1.520	1.341	1.129	0.962	0.835	0.735	0.657	0.593	0.540

Tabelul 3.12(continuare)

a=2; b=1...10; c=1.80...2.08

	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.80	K1	2.000	0.472	0.207	0.116	0.074	0.052	0.038	0.029	0.023	0.019
	K2	0.000	1.528	1.344	1.130	0.963	0.835	0.736	0.657	0.593	0.540
1.82	K1	2.000	0.464	0.203	0.114	0.073	0.050	0.037	0.028	0.022	0.018
	K2	0.000	1.536	1.347	1.132	0.964	0.836	0.736	0.657	0.593	0.541
1.84	K1	2.000	0.456	0.199	0.112	0.071	0.049	0.036	0.028	0.022	0.018
	K2	0.000	1.544	1.350	1.133	0.964	0.836	0.736	0.657	0.593	0.541
1.86	K1	2.000	0.448	0.196	0.109	0.070	0.048	0.035	0.027	0.021	0.017
	K2	0.000	1.552	1.353	1.134	0.965	0.836	0.737	0.658	0.594	0.541
1.88	K1	2.000	0.441	0.192	0.107	0.068	0.047	0.035	0.027	0.021	0.017
	K2	0.000	1.559	1.356	1.136	0.966	0.837	0.737	0.658	0.594	0.541
1.90	K1	2.000	0.434	0.188	0.105	0.067	0.046	0.034	0.026	0.021	0.017
	K2	0.000	1.566	1.359	1.137	0.967	0.837	0.737	0.658	0.594	0.541
1.92	K1	2.000	0.427	0.185	0.103	0.066	0.045	0.033	0.026	0.020	0.016
	K2	0.000	1.573	1.362	1.138	0.967	0.838	0.737	0.658	0.594	0.541
1.94	K1	2.000	0.420	0.181	0.101	0.064	0.045	0.033	0.025	0.020	0.016
	K2	0.000	1.580	1.364	1.139	0.968	0.838	0.738	0.658	0.594	0.541
1.96	K1	2.000	0.413	0.178	0.099	0.063	0.044	0.032	0.024	0.019	0.016
	K2	0.000	1.587	1.367	1.141	0.968	0.838	0.738	0.659	0.594	0.541
1.98	K1	2.000	0.406	0.175	0.097	0.062	0.043	0.031	0.024	0.019	0.015
	K2	0.000	1.594	1.369	1.142	0.969	0.839	0.738	0.659	0.594	0.541
2.00	K1	2.000	0.400	0.171	0.095	0.061	0.042	0.031	0.024	0.019	0.015
	K2	0.000	1.600	1.371	1.143	0.970	0.839	0.738	0.659	0.594	0.541
2.02	K1	2.000	0.394	0.168	0.093	0.059	0.041	0.030	0.023	0.018	0.015
	K2	0.000	1.606	1.374	1.144	0.970	0.840	0.739	0.659	0.595	0.541
2.04	K1	2.000	0.387	0.165	0.092	0.058	0.040	0.030	0.023	0.018	0.014
	K2	0.000	1.613	1.376	1.145	0.971	0.840	0.739	0.659	0.595	0.542
2.06	K1	2.000	0.381	0.162	0.090	0.057	0.040	0.029	0.022	0.018	0.014
	K2	0.000	1.619	1.378	1.146	0.971	0.840	0.739	0.659	0.595	0.542
2.08	K1	2.000	0.375	0.160	0.088	0.056	0.039	0.028	0.022	0.017	0.014
	K2	0.000	1.625	1.380	1.147	0.972	0.840	0.739	0.659	0.595	0.542

Tabelul 3.12 (continuare)

a=2; b=1...10; c=2, 10...2, 68

	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
c											
2.10	K1	2.000	0.370	0.157	0.087	0.055	0.038	0.028	0.021	0.017	0.014
	K2	0.000	1.630	1.382	1.148	0.972	0.841	0.740	0.660	0.595	0.542
	K1	2.000	0.364	0.154	0.085	0.054	0.037	0.027	0.021	0.017	0.013
2.12	K2	0.000	1.636	1.384	1.149	0.973	0.841	0.740	0.660	0.595	0.542
	K1	2.000	0.358	0.151	0.084	0.053	0.037	0.027	0.021	0.016	0.013
2.14	K2	0.000	1.642	1.386	1.150	0.973	0.841	0.740	0.660	0.595	0.542
	K1	2.000	0.353	0.149	0.082	0.052	0.036	0.026	0.020	0.016	0.013
2.16	K2	0.000	1.647	1.388	1.151	0.974	0.842	0.740	0.660	0.595	0.542
	K1	2.000	0.348	0.146	0.081	0.051	0.035	0.026	0.020	0.016	0.013
2.18	K2	0.000	1.652	1.390	1.152	0.974	0.842	0.740	0.660	0.595	0.542
	K1	2.000	0.342	0.144	0.079	0.050	0.035	0.025	0.019	0.015	0.012
2.20	K2	0.000	1.658	1.392	1.152	0.975	0.842	0.740	0.660	0.595	0.542
	K1	2.000	0.337	0.141	0.078	0.049	0.034	0.025	0.019	0.015	0.012
2.22	K2	0.000	1.663	1.394	1.153	0.975	0.842	0.741	0.660	0.595	0.542
	K1	2.000	0.332	0.139	0.077	0.049	0.034	0.025	0.019	0.015	0.012
2.24	K2	0.000	1.668	1.396	1.154	0.976	0.843	0.741	0.660	0.596	0.542
	K1	2.000	0.327	0.137	0.075	0.048	0.033	0.024	0.018	0.015	0.012
2.26	K2	0.000	1.673	1.397	1.155	0.976	0.843	0.741	0.661	0.596	0.542
	K1	2.000	0.323	0.135	0.074	0.047	0.032	0.024	0.018	0.014	0.012
2.28	K2	0.000	1.677	1.399	1.156	0.977	0.843	0.741	0.661	0.596	0.542
	K1	2.000	0.318	0.132	0.073	0.046	0.032	0.023	0.018	0.014	0.011
2.30	K2	0.000	1.682	1.401	1.156	0.977	0.843	0.741	0.661	0.596	0.542
	K1	2.000	0.313	0.130	0.072	0.045	0.031	0.023	0.018	0.014	0.011
2.32	K2	0.000	1.687	1.402	1.157	0.977	0.844	0.741	0.661	0.596	0.542
	K1	2.000	0.309	0.128	0.070	0.045	0.031	0.023	0.017	0.014	0.011
2.34	K2	0.000	1.691	1.404	1.158	0.978	0.844	0.742	0.661	0.596	0.542
	K1	2.000	0.304	0.126	0.069	0.044	0.030	0.022	0.017	0.013	0.011
2.36	K2	0.000	1.696	1.405	1.158	0.978	0.844	0.742	0.661	0.596	0.543
	K1	2.000	0.300	0.124	0.068	0.043	0.030	0.022	0.017	0.013	0.011
2.38	K2	0.000	1.700	1.407	1.159	0.978	0.844	0.742	0.661	0.596	0.543

Tabelul 3.12 (continuare)

a=2; b=1...10; c=2, 40...2, 68

	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.40	K1	2.000	0.296	0.122	0.067	0.042	0.029	0.021	0.016	0.013	0.010
	K2	0.000	1.704	1.408	1.160	0.979	0.845	0.742	0.661	0.596	0.543
2.42	K1	2.000	0.292	0.120	0.066	0.042	0.029	0.021	0.016	0.013	0.010
	K2	0.000	1.708	1.410	1.160	0.979	0.845	0.742	0.661	0.596	0.543
2.44	K1	2.000	0.288	0.119	0.065	0.041	0.028	0.021	0.016	0.013	0.010
	K2	0.000	1.712	1.411	1.161	0.979	0.845	0.742	0.661	0.596	0.543
2.46	K1	2.000	0.284	0.117	0.064	0.040	0.028	0.020	0.016	0.012	0.010
	K2	0.000	1.716	1.412	1.162	0.980	0.845	0.742	0.661	0.596	0.543
2.48	K1	2.000	0.280	0.115	0.063	0.040	0.027	0.020	0.015	0.012	0.010
	K2	0.000	1.720	1.414	1.162	0.980	0.845	0.742	0.662	0.596	0.543
2.50	K1	2.000	0.276	0.113	0.062	0.039	0.027	0.020	0.015	0.012	0.010
	K2	0.000	1.724	1.415	1.163	0.980	0.846	0.743	0.662	0.596	0.543
2.52	K1	2.000	0.272	0.112	0.061	0.039	0.027	0.019	0.015	0.012	0.009
	K2	0.000	1.728	1.416	1.163	0.981	0.846	0.743	0.662	0.596	0.543
2.54	K1	2.000	0.268	0.110	0.060	0.038	0.026	0.019	0.015	0.012	0.009
	K2	0.000	1.732	1.418	1.164	0.981	0.846	0.743	0.662	0.597	0.543
2.56	K1	2.000	0.265	0.108	0.059	0.037	0.026	0.019	0.014	0.011	0.009
	K2	0.000	1.735	1.419	1.164	0.981	0.846	0.743	0.662	0.597	0.543
2.58	K1	2.000	0.261	0.107	0.058	0.037	0.025	0.019	0.014	0.011	0.009
	K2	0.000	1.739	1.420	1.165	0.982	0.846	0.743	0.662	0.597	0.543
2.60	K1	2.000	0.258	0.105	0.057	0.036	0.025	0.018	0.014	0.011	0.009
	K2	0.000	1.742	1.421	1.166	0.982	0.846	0.743	0.662	0.597	0.543
2.62	K1	2.000	0.254	0.104	0.057	0.036	0.025	0.018	0.014	0.011	0.009
	K2	0.000	1.746	1.422	1.166	0.982	0.847	0.743	0.662	0.597	0.543
2.64	K1	2.000	0.251	0.102	0.056	0.035	0.024	0.018	0.014	0.011	0.009
	K2	0.000	1.749	1.423	1.167	0.982	0.847	0.743	0.662	0.597	0.543
2.66	K1	2.000	0.248	0.101	0.055	0.035	0.024	0.018	0.013	0.011	0.009
	K2	0.000	1.752	1.425	1.167	0.983	0.847	0.743	0.662	0.597	0.543
2.68	K1	2.000	0.244	0.099	0.054	0.034	0.024	0.017	0.013	0.010	0.008
	K2	0.000	1.756	1.426	1.167	0.983	0.847	0.744	0.662	0.597	0.543



a=2; b=11...20; c=0,30...0,58

a	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,30	K1	0,435	0,378	0,331	0,292	0,259	0,231	0,207	0,187	0,169	0,154
	K2	0,391	0,374	0,358	0,342	0,326	0,312	0,299	0,286	0,275	0,264
0,32	K1	0,392	0,340	0,297	0,261	0,231	0,206	0,185	0,166	0,151	0,137
	K2	0,402	0,383	0,365	0,348	0,332	0,317	0,303	0,290	0,277	0,266
0,34	K1	0,356	0,307	0,268	0,235	0,208	0,185	0,165	0,149	0,134	0,122
	K2	0,411	0,391	0,371	0,353	0,336	0,320	0,306	0,292	0,280	0,268
0,36	K1	0,323	0,279	0,242	0,212	0,187	0,166	0,149	0,134	0,121	0,110
	K2	0,419	0,397	0,377	0,358	0,340	0,324	0,309	0,295	0,282	0,270
0,38	K1	0,295	0,254	0,220	0,193	0,170	0,151	0,135	0,121	0,109	0,099
	K2	0,426	0,403	0,381	0,361	0,343	0,326	0,311	0,297	0,284	0,272
0,40	K1	0,270	0,232	0,201	0,175	0,154	0,137	0,122	0,110	0,099	0,090
	K2	0,432	0,408	0,386	0,365	0,346	0,329	0,313	0,298	0,285	0,273
0,42	K1	0,248	0,213	0,184	0,160	0,141	0,125	0,112	0,100	0,090	0,082
	K2	0,438	0,412	0,389	0,368	0,349	0,331	0,315	0,300	0,286	0,274
0,44	K1	0,229	0,196	0,169	0,147	0,129	0,115	0,102	0,092	0,083	0,075
	K2	0,443	0,416	0,392	0,371	0,351	0,333	0,316	0,301	0,288	0,275
0,46	K1	0,211	0,180	0,156	0,136	0,119	0,105	0,094	0,084	0,076	0,069
	K2	0,447	0,420	0,395	0,373	0,353	0,334	0,318	0,303	0,289	0,276
0,48	K1	0,196	0,167	0,144	0,125	0,110	0,097	0,087	0,078	0,070	0,063
	K2	0,451	0,423	0,398	0,375	0,354	0,336	0,319	0,304	0,290	0,277
0,50	K1	0,182	0,155	0,133	0,116	0,102	0,090	0,080	0,072	0,065	0,058
	K2	0,455	0,426	0,400	0,377	0,356	0,337	0,320	0,304	0,290	0,277
0,52	K1	0,169	0,144	0,124	0,108	0,094	0,083	0,074	0,066	0,060	0,054
	K2	0,458	0,428	0,402	0,378	0,357	0,338	0,321	0,305	0,291	0,278
0,54	K1	0,158	0,134	0,115	0,100	0,088	0,078	0,069	0,062	0,056	0,050
	K2	0,461	0,431	0,404	0,380	0,359	0,339	0,322	0,306	0,292	0,279
0,56	K1	0,145	0,125	0,108	0,094	0,082	0,072	0,064	0,058	0,052	0,047
	K2	0,463	0,433	0,405	0,381	0,360	0,340	0,323	0,307	0,292	0,279
0,58	K1	0,138	0,117	0,101	0,087	0,077	0,068	0,060	0,054	0,048	0,044
	K2	0,465	0,434	0,407	0,383	0,361	0,341	0,323	0,307	0,293	0,279

a=2; b=11...20; c=0,60...0,88

a	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,60	K1	0,130	0,110	0,095	0,082	0,072	0,063	0,056	0,050	0,045	0,041
	K2	0,468	0,436	0,408	0,384	0,362	0,342	0,324	0,308	0,293	0,280
0,62	K1	0,122	0,104	0,089	0,077	0,067	0,059	0,053	0,047	0,042	0,038
	K2	0,469	0,438	0,410	0,385	0,362	0,342	0,325	0,308	0,294	0,280
0,64	K1	0,115	0,097	0,084	0,072	0,063	0,056	0,050	0,044	0,040	0,036
	K2	0,471	0,439	0,411	0,386	0,363	0,343	0,325	0,309	0,294	0,281
0,66	K1	0,109	0,092	0,079	0,068	0,060	0,053	0,047	0,042	0,038	0,034
	K2	0,473	0,440	0,412	0,386	0,364	0,344	0,326	0,309	0,294	0,281
0,68	K1	0,103	0,087	0,074	0,064	0,056	0,050	0,044	0,039	0,035	0,032
	K2	0,474	0,442	0,413	0,387	0,364	0,344	0,326	0,310	0,295	0,281
0,70	K1	0,097	0,082	0,070	0,061	0,053	0,047	0,042	0,037	0,033	0,030
	K2	0,476	0,443	0,414	0,388	0,365	0,345	0,326	0,310	0,295	0,281
0,72	K1	0,092	0,078	0,067	0,058	0,050	0,044	0,039	0,035	0,032	0,029
	K2	0,477	0,444	0,414	0,388	0,366	0,345	0,327	0,310	0,295	0,282
0,74	K1	0,087	0,074	0,063	0,055	0,048	0,042	0,037	0,033	0,030	0,027
	K2	0,478	0,445	0,415	0,389	0,366	0,346	0,327	0,311	0,296	0,282
0,76	K1	0,083	0,070	0,060	0,052	0,045	0,040	0,035	0,032	0,028	0,026
	K2	0,479	0,445	0,416	0,390	0,367	0,346	0,327	0,311	0,296	0,282
0,78	K1	0,079	0,067	0,057	0,049	0,043	0,038	0,034	0,030	0,027	0,024
	K2	0,480	0,446	0,416	0,390	0,367	0,346	0,328	0,311	0,296	0,282
0,80	K1	0,075	0,063	0,054	0,047	0,041	0,036	0,032	0,029	0,026	0,023
	K2	0,481	0,447	0,417	0,391	0,367	0,347	0,328	0,311	0,296	0,282
0,82	K1	0,072	0,061	0,052	0,045	0,039	0,034	0,031	0,027	0,024	0,022
	K2	0,482	0,448	0,417	0,391	0,368	0,347	0,328	0,311	0,296	0,283
0,84	K1	0,068	0,058	0,049	0,043	0,037	0,033	0,029	0,026	0,023	0,021
	K2	0,483	0,448	0,418	0,391	0,368	0,347	0,328	0,312	0,296	0,283
0,86	K1	0,065	0,055	0,047	0,041	0,036	0,031	0,028	0,025	0,022	0,020
	K2	0,484	0,449	0,418	0,392	0,368	0,347	0,329	0,312	0,297	0,283
0,88	K1	0,063	0,053	0,045	0,039	0,034	0,030	0,027	0,024	0,021	0,019
	K2	0,484	0,449	0,419	0,392	0,369	0,348	0,329	0,312	0,297	0,283

Tabelul 3.13(continuare)

a=2; b=11...20; c=0.90...1.13

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0.90	K1	0.060	0.050	0.043	0.037	0.033	0.029	0.025	0.023	0.020	0.018
	K2	0.485	0.450	0.419	0.393	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
0.92	K1	0.057	0.048	0.041	0.036	0.031	0.027	0.024	0.022	0.019	0.018
	K2	0.486	0.450	0.420	0.393	0.369	0.347	0.329	0.312	0.297	0.283
0.94	K1	0.055	0.046	0.040	0.034	0.030	0.026	0.023	0.021	0.019	0.017
	K2	0.486	0.451	0.420	0.393	0.369	0.348	0.329	0.313	0.297	0.283
0.96	K1	0.053	0.045	0.038	0.033	0.029	0.025	0.022	0.020	0.018	0.016
	K2	0.487	0.451	0.420	0.393	0.370	0.348	0.330	0.313	0.297	0.283
0.98	K1	0.051	0.043	0.037	0.032	0.028	0.024	0.021	0.019	0.017	0.015
	K2	0.487	0.452	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.297	0.283
1.00	K1	0.049	0.041	0.035	0.030	0.026	0.023	0.021	0.018	0.017	0.015
	K2	0.488	0.452	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
1.02	K1	0.047	0.040	0.034	0.029	0.025	0.022	0.020	0.018	0.016	0.014
	K2	0.488	0.452	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
1.04	K1	0.045	0.038	0.032	0.028	0.024	0.022	0.019	0.017	0.015	0.014
	K2	0.489	0.453	0.422	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
1.06	K1	0.044	0.037	0.031	0.027	0.024	0.021	0.018	0.016	0.015	0.013
	K2	0.489	0.453	0.422	0.395	0.371	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
1.08	K1	0.042	0.035	0.030	0.026	0.023	0.020	0.018	0.016	0.014	0.013
	K2	0.490	0.453	0.422	0.395	0.371	0.349	0.330	0.313	0.299	0.284
1.10	K1	0.040	0.034	0.029	0.025	0.022	0.019	0.017	0.015	0.014	0.012
	K2	0.490	0.454	0.422	0.395	0.371	0.350	0.330	0.313	0.298	0.284
1.12	K1	0.039	0.033	0.028	0.024	0.021	0.019	0.016	0.015	0.013	0.012
	K2	0.490	0.454	0.423	0.395	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
1.14	K1	0.038	0.032	0.027	0.023	0.020	0.018	0.016	0.014	0.013	0.012
	K2	0.491	0.454	0.423	0.395	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
1.16	K1	0.036	0.031	0.026	0.023	0.020	0.017	0.015	0.014	0.012	0.011
	K2	0.491	0.454	0.423	0.395	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
1.18	K1	0.035	0.030	0.025	0.022	0.019	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011
	K2	0.491	0.455	0.423	0.396	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284

Tabelul 3.13(continuare)

a=2; b=11...20; c=1.20...1.42

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1.20	K1	0.034	0.029	0.024	0.021	0.018	0.016	0.014	0.013	0.012	0.010
	K2	0.491	0.455	0.423	0.396	0.372	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
1.22	K1	0.033	0.028	0.024	0.020	0.018	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010
	K2	0.492	0.455	0.423	0.396	0.372	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
1.24	K1	0.032	0.027	0.023	0.020	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010
	K2	0.492	0.455	0.424	0.396	0.372	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
1.26	K1	0.031	0.026	0.022	0.019	0.017	0.015	0.013	0.012	0.010	0.009
	K2	0.492	0.456	0.424	0.396	0.372	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
1.28	K1	0.030	0.025	0.022	0.019	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010	0.009
	K2	0.492	0.456	0.424	0.396	0.372	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
1.30	K1	0.029	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009
	K2	0.493	0.456	0.424	0.396	0.372	0.351	0.331	0.314	0.299	0.284
1.32	K1	0.028	0.024	0.020	0.018	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010	0.009
	K2	0.493	0.456	0.424	0.396	0.372	0.351	0.331	0.314	0.299	0.284
1.34	K1	0.027	0.023	0.020	0.017	0.015	0.013	0.012	0.010	0.009	0.008
	K2	0.493	0.456	0.424	0.397	0.372	0.351	0.331	0.314	0.299	0.285
1.36	K1	0.027	0.022	0.019	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008
	K2	0.493	0.456	0.424	0.397	0.372	0.351	0.331	0.314	0.299	0.285
1.38	K1	0.026	0.022	0.019	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008
	K2	0.494	0.457	0.425	0.397	0.372	0.351	0.332	0.314	0.299	0.285
1.40	K1	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.012	0.011	0.009	0.008	0.007
	K2	0.494	0.457	0.425	0.397	0.372	0.351	0.332	0.314	0.299	0.285
1.42	K1	0.024	0.021	0.018	0.015	0.013	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007
	K2	0.494	0.457	0.425	0.397	0.373	0.351	0.332	0.314	0.299	0.285
1.44	K1	0.024	0.020	0.017	0.015	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007
	K2	0.494	0.457	0.425	0.397	0.373	0.351	0.332	0.314	0.299	0.285
1.46	K1	0.023	0.019	0.017	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007
	K2	0.494	0.457	0.425	0.397	0.373	0.351	0.332	0.314	0.299	0.285
1.48	K1	0.023	0.019	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007
	K2	0.494	0.457	0.425	0.397	0.373	0.351	0.332	0.314	0.299	0.285



Tabelul 3.13 (continuare)

```
a=2; b=11...20; c=1.50...1.78
```

[illegible]

Table 3.13 (continued)

```
a=2; b=11...20; c=1,80...2,08
```

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	26
1.80	K1	0.015	0.013	0.011	0.009	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005
	K2	0.496	0.459	0.426	0.398	0.373	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
1.82	K1	0.015	0.013	0.011	0.009	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005
	K2	0.496	0.459	0.426	0.398	0.373	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
1.84	K1	0.015	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004
	K2	0.496	0.459	0.426	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
1.86	K1	0.014	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004
	K2	0.496	0.459	0.426	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
1.88	K1	0.014	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004
	K2	0.496	0.459	0.426	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
1.90	K1	0.013	0.011	0.010	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004
	K2	0.497	0.459	0.426	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
1.92	K1	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.004
	K2	0.497	0.459	0.427	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
1.94	K1	0.013	0.011	0.009	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.004	0.004
	K2	0.497	0.459	0.427	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
1.96	K1	0.013	0.011	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004
	K2	0.497	0.459	0.427	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
1.98	K1	0.013	0.011	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004
	K2	0.497	0.459	0.427	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
2.00	K1	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004
	K2	0.497	0.459	0.427	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
2.02	K1	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004
	K2	0.497	0.459	0.427	0.398	0.374	0.352	0.332	0.315	0.299	0.285
2.04	K1	0.012	0.010	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004
	K2	0.497	0.459	0.427	0.399	0.374	0.352	0.333	0.315	0.299	0.285
2.06	K1	0.011	0.010	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003
	K2	0.497	0.459	0.427	0.399	0.374	0.352	0.333	0.315	0.299	0.285
2.08	K1	0.011	0.010	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003
	K2	0.497	0.459	0.427	0.399	0.374	0.352	0.333	0.315	0.299	0.285



Tabelul 3.14

a=3; b=1...10; c=0,30...0,58

a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,30	K1	1,500	1,451	1,376	1,283	1,181	1,076	0,974	0,878	0,789	0,710
	K2	0,000	0,065	0,124	0,173	0,213	0,242	0,263	0,277	0,284	0,287
	K1	1,500	1,445	1,361	1,258	1,147	1,036	0,929	0,830	0,741	0,662
0,32	K2	0,000	0,074	0,139	0,193	0,235	0,265	0,285	0,298	0,304	0,305
	K1	1,500	1,438	1,345	1,233	1,114	0,996	0,886	0,785	0,696	0,617
0,34	K2	0,000	0,083	0,155	0,214	0,257	0,288	0,307	0,318	0,322	0,321
	K1	1,500	1,430	1,328	1,207	1,080	0,957	0,844	0,742	0,653	0,586
0,36	K2	0,000	0,093	0,172	0,235	0,280	0,310	0,328	0,337	0,339	0,336
	K1	1,500	1,423	1,311	1,180	1,047	0,919	0,804	0,702	0,614	0,538
0,38	K2	0,000	0,103	0,189	0,256	0,302	0,332	0,348	0,355	0,355	0,350
	K1	1,500	1,415	1,293	1,154	1,014	0,882	0,765	0,664	0,577	0,503
0,40	K2	0,000	0,113	0,207	0,277	0,324	0,353	0,367	0,372	0,369	0,362
	K1	1,500	1,407	1,275	1,127	0,981	0,847	0,729	0,628	0,543	0,471
0,42	K2	0,000	0,124	0,225	0,298	0,346	0,373	0,386	0,388	0,383	0,374
	K1	1,500	1,398	1,257	1,101	0,949	0,812	0,694	0,594	0,511	0,442
0,44	K2	0,000	0,135	0,243	0,320	0,367	0,393	0,403	0,403	0,396	0,385
	K1	1,500	1,390	1,238	1,074	0,918	0,779	0,661	0,563	0,481	0,415
0,46	K2	0,000	0,147	0,262	0,341	0,388	0,412	0,420	0,417	0,407	0,395
	K1	1,500	1,381	1,219	1,047	0,887	0,747	0,630	0,533	0,454	0,389
0,48	K2	0,000	0,159	0,281	0,367	0,409	0,430	0,435	0,430	0,418	0,404
	K1	1,500	1,371	1,200	1,021	0,857	0,716	0,600	0,505	0,422	0,366
0,50	K2	0,000	0,171	0,300	0,383	0,429	0,448	0,450	0,442	0,429	0,412
	K1	1,500	1,362	1,181	0,995	0,828	0,687	0,572	0,479	0,405	0,345
0,52	K2	0,000	0,184	0,319	0,404	0,448	0,464	0,464	0,454	0,438	0,420
	K1	1,500	1,352	1,161	0,970	0,800	0,659	0,546	0,455	0,383	0,325
0,54	K2	0,000	0,197	0,339	0,424	0,467	0,481	0,477	0,464	0,447	0,427
	K1	1,500	1,342	1,142	0,945	0,773	0,632	0,521	0,432	0,363	0,307
0,56	K2	0,000	0,210	0,358	0,444	0,485	0,496	0,490	0,475	0,455	0,434
	K1	1,500	1,332	1,122	0,920	0,747	0,607	0,497	0,411	0,344	0,291
0,58	K2	0,000	0,224	0,378	0,464	0,502	0,510	0,502	0,484	0,463	0,440

Tabelul 3.14 (continuară)

a=3; b=1...10; c=0,60...0,88

a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,60	K1	1,500	1,322	1,103	0,896	0,721	0,583	0,475	0,391	0,326	0,275
	K2	0,000	0,238	0,397	0,484	0,519	0,524	0,513	0,493	0,470	0,445
	K1	1,500	1,311	1,084	0,872	0,697	0,559	0,454	0,372	0,310	0,261
0,62	K2	0,000	0,252	0,416	0,503	0,536	0,538	0,523	0,501	0,476	0,451
	K1	1,500	1,300	1,064	0,848	0,673	0,537	0,434	0,355	0,294	0,247
0,64	K2	0,000	0,266	0,436	0,521	0,551	0,550	0,533	0,509	0,482	0,456
	K1	1,500	1,289	1,045	0,826	0,650	0,516	0,415	0,339	0,280	0,235
0,66	K2	0,000	0,281	0,455	0,539	0,564	0,562	0,542	0,519	0,489	0,460
	K1	1,500	1,278	1,026	0,803	0,628	0,496	0,397	0,323	0,267	0,223
0,68	K2	0,000	0,296	0,474	0,557	0,581	0,574	0,551	0,523	0,493	0,464
	K1	1,500	1,267	1,007	0,782	0,607	0,477	0,381	0,309	0,254	0,212
0,70	K2	0,000	0,310	0,493	0,575	0,595	0,584	0,560	0,529	0,498	0,468
	K1	1,500	1,256	0,988	0,761	0,587	0,459	0,365	0,295	0,243	0,202
0,72	K2	0,000	0,326	0,512	0,591	0,609	0,595	0,568	0,535	0,503	0,472
	K1	1,500	1,244	0,969	0,740	0,568	0,442	0,350	0,282	0,232	0,193
0,74	K2	0,000	0,341	0,531	0,608	0,622	0,605	0,575	0,541	0,507	0,475
	K1	1,500	1,233	0,951	0,720	0,549	0,425	0,336	0,270	0,221	0,181
0,76	K2	0,000	0,356	0,549	0,624	0,634	0,614	0,582	0,547	0,511	0,479
	K1	1,500	1,221	0,933	0,701	0,531	0,410	0,323	0,259	0,212	0,176
0,78	K2	0,000	0,372	0,567	0,639	0,646	0,623	0,589	0,552	0,515	0,482
	K1	1,500	1,210	0,915	0,682	0,514	0,395	0,310	0,248	0,203	0,168
0,80	K2	0,000	0,387	0,585	0,655	0,658	0,632	0,595	0,556	0,519	0,484
	K1	1,500	1,198	0,897	0,663	0,497	0,381	0,298	0,238	0,194	0,161
0,82	K2	0,000	0,403	0,603	0,669	0,669	0,640	0,601	0,561	0,522	0,487
	K1	1,500	1,186	0,879	0,646	0,481	0,367	0,287	0,229	0,186	0,154
0,84	K2	0,000	0,418	0,621	0,683	0,679	0,647	0,607	0,565	0,526	0,489
	K1	1,500	1,174	0,862	0,628	0,466	0,354	0,276	0,220	0,179	0,148
0,86	K2	0,000	0,434	0,638	0,697	0,689	0,655	0,612	0,569	0,529	0,492
	K1	1,500	1,162	0,845	0,612	0,451	0,342	0,266	0,211	0,172	0,142
0,88	K2	0,000	0,450	0,655	0,711	0,699	0,662	0,617	0,573	0,531	0,494

Tabelul 3.14 (continuare)

a=3; b=1...10; c=0.90...1.18

a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.90	K1	1.500	1.151	0.829	0.596	0.437	0.330	0.256	0.203	0.165	0.136
	K2	0.000	0.466	0.671	0.724	0.708	0.669	0.622	0.576	0.534	0.496
0.92	K1	1.500	1.139	0.812	0.580	0.424	0.319	0.247	0.196	0.158	0.131
	K2	0.000	0.482	0.688	0.736	0.717	0.675	0.627	0.580	0.537	0.498
0.94	K1	1.500	1.127	0.796	0.565	0.411	0.308	0.238	0.188	0.153	0.126
	K2	0.000	0.498	0.704	0.748	0.726	0.681	0.631	0.583	0.539	0.500
0.96	K1	1.500	1.115	0.781	0.550	0.398	0.294	0.230	0.182	0.147	0.121
	K2	0.000	0.514	0.719	0.760	0.734	0.687	0.635	0.586	0.541	0.501
0.98	K1	1.500	1.103	0.765	0.536	0.386	0.288	0.222	0.175	0.141	0.116
	K2	0.000	0.530	0.735	0.772	0.742	0.692	0.639	0.589	0.543	0.503
1.00	K1	1.500	1.091	0.750	0.522	0.375	0.279	0.214	0.169	0.136	0.112
	K2	0.000	0.545	0.750	0.783	0.750	0.698	0.643	0.592	0.545	0.505
1.02	K1	1.500	1.079	0.735	0.508	0.364	0.270	0.207	0.163	0.132	0.108
	K2	0.000	0.561	0.765	0.793	0.757	0.703	0.646	0.594	0.547	0.506
1.04	K1	1.500	1.067	0.721	0.495	0.353	0.262	0.200	0.158	0.127	0.104
	K2	0.000	0.577	0.779	0.804	0.764	0.708	0.650	0.597	0.549	0.508
1.06	K1	1.500	1.055	0.706	0.483	0.343	0.254	0.194	0.152	0.123	0.101
	K2	0.000	0.593	0.794	0.814	0.771	0.712	0.653	0.599	0.551	0.509
1.08	K1	1.500	1.044	0.692	0.471	0.333	0.246	0.188	0.147	0.118	0.097
	K2	0.000	0.609	0.808	0.823	0.778	0.717	0.656	0.601	0.553	0.510
1.10	K1	1.500	1.032	0.679	0.459	0.324	0.238	0.182	0.142	0.115	0.094
	K2	0.000	0.624	0.821	0.833	0.784	0.721	0.659	0.603	0.554	0.511
1.12	K1	1.500	1.020	0.665	0.447	0.315	0.231	0.176	0.138	0.111	0.091
	K2	0.000	0.640	0.835	0.842	0.790	0.725	0.662	0.605	0.556	0.512
1.14	K1	1.500	1.009	0.652	0.436	0.306	0.224	0.171	0.134	0.107	0.088
	K2	0.000	0.655	0.848	0.851	0.796	0.729	0.665	0.607	0.557	0.514
1.16	K1	1.500	0.997	0.639	0.426	0.298	0.218	0.165	0.129	0.104	0.085
	K2	0.000	0.671	0.861	0.859	0.801	0.733	0.667	0.609	0.559	0.515
1.18	K1	1.500	0.985	0.627	0.415	0.290	0.212	0.160	0.125	0.101	0.082
	K2	0.000	0.686	0.873	0.868	0.807	0.736	0.670	0.611	0.560	0.516

Tabelul 3.14 (continuare)

a=3; b=1...10; c=1.20...1.48

a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.20	K1	1.500	0.974	0.615	0.405	0.282	0.205	0.156	0.122	0.097	0.080
	K2	0.000	0.701	0.885	0.876	0.812	0.740	0.672	0.613	0.561	0.516
1.22	K1	1.500	0.963	0.603	0.396	0.274	0.200	0.151	0.118	0.094	0.077
	K2	0.000	0.716	0.897	0.883	0.817	0.743	0.674	0.614	0.562	0.517
1.24	K1	1.500	0.951	0.591	0.386	0.267	0.194	0.147	0.114	0.092	0.075
	K2	0.000	0.731	0.909	0.891	0.822	0.746	0.677	0.616	0.563	0.518
1.26	K1	1.500	0.940	0.580	0.377	0.260	0.189	0.143	0.111	0.089	0.073
	K2	0.000	0.746	0.920	0.898	0.826	0.749	0.679	0.617	0.564	0.519
1.28	K1	1.500	0.928	0.569	0.368	0.254	0.184	0.138	0.106	0.086	0.071
	K2	0.000	0.761	0.931	0.905	0.831	0.752	0.681	0.619	0.565	0.520
1.30	K1	1.500	0.918	0.558	0.360	0.247	0.179	0.135	0.105	0.084	0.068
	K2	0.000	0.776	0.942	0.913	0.835	0.755	0.683	0.620	0.566	0.521
1.32	K1	1.500	0.907	0.547	0.352	0.241	0.174	0.131	0.102	0.081	0.066
	K2	0.000	0.790	0.953	0.919	0.839	0.758	0.685	0.621	0.567	0.521
1.34	K1	1.500	0.896	0.537	0.344	0.235	0.169	0.127	0.099	0.079	0.065
	K2	0.000	0.805	0.963	0.925	0.843	0.760	0.686	0.623	0.568	0.522
1.36	K1	1.500	0.886	0.526	0.336	0.229	0.165	0.124	0.096	0.077	0.063
	K2	0.000	0.819	0.974	0.931	0.847	0.763	0.688	0.624	0.569	0.523
1.38	K1	1.500	0.875	0.516	0.328	0.223	0.161	0.121	0.094	0.075	0.061
	K2	0.000	0.833	0.984	0.937	0.851	0.765	0.690	0.625	0.570	0.523
1.40	K1	1.500	0.865	0.507	0.321	0.219	0.157	0.118	0.091	0.073	0.059
	K2	0.000	0.847	0.993	0.943	0.855	0.768	0.691	0.626	0.571	0.524
1.42	K1	1.500	0.854	0.497	0.314	0.213	0.153	0.115	0.089	0.071	0.058
	K2	0.000	0.861	1.003	0.949	0.858	0.770	0.693	0.627	0.572	0.524
1.44	K1	1.500	0.844	0.488	0.307	0.208	0.149	0.112	0.087	0.069	0.056
	K2	0.000	0.875	1.012	0.955	0.862	0.772	0.694	0.628	0.572	0.525
1.46	K1	1.500	0.834	0.479	0.300	0.203	0.145	0.109	0.084	0.067	0.055
	K2	0.000	0.888	1.021	0.960	0.865	0.774	0.696	0.629	0.573	0.526
1.48	K1	1.500	0.824	0.470	0.294	0.198	0.142	0.106	0.082	0.065	0.053
	K2	0.000	0.902	1.030	0.965	0.868	0.776	0.697	0.630	0.574	0.526

Tabelul 3.14 (continuare)

a=3; b=1...10; c=1,20...1,78

d	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.50	K1	1.500	0.814	0.462	0.287	0.194	0.138	0.103	0.080	0.064	0.052
	K2	0.000	0.915	1.038	0.970	0.871	0.778	0.698	0.631	0.574	0.527
1.52	K1	1.500	0.804	0.453	0.281	0.189	0.135	0.101	0.078	0.062	0.051
	K2	0.000	0.928	1.047	0.975	0.874	0.780	0.700	0.632	0.575	0.527
1.54	K1	1.500	0.794	0.445	0.275	0.185	0.132	0.098	0.076	0.061	0.049
	K2	0.000	0.941	1.055	0.980	0.877	0.782	0.701	0.633	0.576	0.527
1.56	K1	1.500	0.784	0.437	0.270	0.181	0.129	0.096	0.074	0.059	0.048
	K2	0.000	0.954	1.063	0.984	0.880	0.784	0.702	0.634	0.576	0.528
1.58	K1	1.500	0.775	0.429	0.264	0.177	0.126	0.094	0.073	0.058	0.047
	K2	0.000	0.967	1.071	0.989	0.882	0.785	0.703	0.634	0.577	0.528
1.60	K1	1.500	0.765	0.421	0.259	0.173	0.123	0.092	0.071	0.056	0.046
	K2	0.000	0.980	1.079	0.993	0.885	0.787	0.704	0.635	0.577	0.529
1.62	K1	1.500	0.756	0.414	0.253	0.169	0.120	0.090	0.069	0.055	0.045
	K2	0.000	0.992	1.086	0.997	0.887	0.788	0.705	0.636	0.578	0.529
1.64	K1	1.500	0.747	0.407	0.248	0.165	0.117	0.088	0.068	0.054	0.044
	K2	0.000	1.004	1.093	1.001	0.890	0.790	0.706	0.637	0.578	0.530
1.66	K1	1.500	0.738	0.399	0.243	0.162	0.115	0.086	0.066	0.053	0.043
	K2	0.000	1.016	1.101	1.005	0.892	0.791	0.707	0.637	0.579	0.530
1.68	K1	1.500	0.729	0.392	0.238	0.158	0.112	0.084	0.065	0.051	0.042
	K2	0.000	1.028	1.108	1.009	0.894	0.793	0.708	0.638	0.579	0.530
1.70	K1	1.500	0.720	0.386	0.234	0.155	0.110	0.082	0.063	0.050	0.041
	K2	0.000	1.040	1.114	1.013	0.897	0.794	0.709	0.639	0.580	0.531
1.72	K1	1.500	0.711	0.379	0.229	0.152	0.108	0.080	0.062	0.049	0.040
	K2	0.000	1.052	1.121	1.017	0.899	0.796	0.710	0.639	0.580	0.531
1.74	K1	1.500	0.702	0.372	0.225	0.149	0.105	0.078	0.060	0.048	0.039
	K2	0.000	1.063	1.128	1.020	0.901	0.797	0.711	0.640	0.581	0.531
1.76	K1	1.500	0.694	0.366	0.220	0.146	0.103	0.077	0.059	0.047	0.038
	K2	0.000	1.075	1.134	1.024	0.903	0.798	0.712	0.640	0.581	0.532
1.78	K1	1.500	0.686	0.361	0.216	0.143	0.101	0.075	0.058	0.046	0.037
	K2	0.000	1.086	1.140	1.027	0.905	0.799	0.713	0.641	0.582	0.532

Tabelul 3.14 (continuare)

a=3; b=1...10; c=1.80...2.08

d	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.80	K1	1.500	0.677	0.354	0.212	0.140	0.099	0.073	0.057	0.045	0.037
	K2	0.000	1.097	1.146	1.030	0.907	0.801	0.713	0.642	0.582	0.532
1.82	K1	1.500	0.669	0.348	0.208	0.137	0.097	0.072	0.055	0.044	0.036
	K2	0.000	1.108	1.152	1.034	0.909	0.802	0.714	0.642	0.582	0.532
1.84	K1	1.500	0.661	0.342	0.204	0.134	0.095	0.070	0.054	0.043	0.035
	K2	0.000	1.119	1.158	1.037	0.910	0.803	0.715	0.643	0.583	0.533
1.86	K1	1.500	0.653	0.336	0.200	0.132	0.093	0.069	0.053	0.042	0.034
	K2	0.000	1.129	1.164	1.040	0.912	0.804	0.716	0.643	0.583	0.533
1.88	K1	1.500	0.645	0.331	0.197	0.129	0.091	0.068	0.052	0.041	0.034
	K2	0.000	1.140	1.169	1.043	0.914	0.805	0.716	0.644	0.583	0.533
1.90	K1	1.500	0.637	0.325	0.193	0.127	0.089	0.066	0.051	0.040	0.033
	K2	0.000	1.150	1.175	1.046	0.915	0.806	0.717	0.644	0.584	0.534
1.92	K1	1.500	0.630	0.320	0.190	0.124	0.088	0.065	0.050	0.040	0.032
	K2	0.000	1.161	1.180	1.048	0.917	0.807	0.718	0.644	0.584	0.534
1.94	K1	1.500	0.622	0.315	0.186	0.122	0.086	0.064	0.049	0.039	0.032
	K2	0.000	1.171	1.185	1.051	0.919	0.808	0.718	0.645	0.584	0.534
1.96	K1	1.500	0.615	0.310	0.183	0.120	0.084	0.062	0.048	0.038	0.031
	K2	0.000	1.181	1.190	1.054	0.920	0.809	0.719	0.645	0.585	0.534
1.98	K1	1.500	0.607	0.305	0.180	0.118	0.083	0.061	0.047	0.037	0.030
	K2	0.000	1.190	1.195	1.056	0.922	0.810	0.719	0.646	0.585	0.534
2.00	K1	1.500	0.600	0.300	0.176	0.115	0.081	0.060	0.046	0.037	0.030
	K2	0.000	1.200	1.200	1.059	0.923	0.811	0.720	0.646	0.585	0.535
2.02	K1	1.500	0.593	0.295	0.173	0.113	0.080	0.059	0.045	0.036	0.029
	K2	0.000	1.210	1.205	1.061	0.924	0.812	0.721	0.647	0.586	0.535
2.04	K1	1.500	0.586	0.291	0.170	0.111	0.078	0.058	0.044	0.035	0.029
	K2	0.000	1.219	1.209	1.064	0.926	0.813	0.721	0.647	0.586	0.535
2.06	K1	1.500	0.579	0.286	0.167	0.109	0.077	0.057	0.044	0.035	0.028
	K2	0.000	1.228	1.214	1.066	0.927	0.813	0.722	0.647	0.586	0.535
2.08	K1	1.500	0.572	0.282	0.165	0.107	0.075	0.056	0.043	0.034	0.028
	K2	0.000	1.237	1.218	1.068	0.928	0.814	0.722	0.648	0.586	0.535



Tabelul 3.14 (continuare)

a=3; b=1...10; c=2, 10...238

	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.10	K1	1.500	0.565	0.277	0.162	0.105	0.074	0.055	0.042	0.033	0.027
	K2	0.000	1.246	1.223	1.071	0.930	0.815	0.723	0.648	0.587	0.536
2.12	K1	1.500	0.559	0.273	0.159	0.104	0.073	0.054	0.041	0.033	0.026
	K2	0.000	1.255	1.227	1.073	0.931	0.816	0.723	0.648	0.587	0.536
2.14	K1	1.500	0.552	0.269	0.156	0.102	0.071	0.053	0.040	0.032	0.026
	K2	0.000	1.264	1.231	1.075	0.932	0.816	0.724	0.649	0.587	0.536
2.16	K1	1.500	0.546	0.265	0.154	0.100	0.070	0.052	0.040	0.031	0.026
	K2	0.000	1.273	1.235	1.077	0.933	0.817	0.724	0.649	0.587	0.536
2.18	K1	1.500	0.539	0.261	0.151	0.098	0.069	0.051	0.039	0.031	0.025
	K2	0.000	1.281	1.239	1.079	0.934	0.818	0.725	0.649	0.588	0.536
2.20	K1	1.500	0.533	0.257	0.149	0.097	0.068	0.050	0.038	0.030	0.025
	K2	0.000	1.290	1.243	1.081	0.936	0.818	0.725	0.650	0.588	0.536
2.22	K1	1.500	0.527	0.253	0.146	0.095	0.066	0.049	0.038	0.030	0.024
	K2	0.000	1.298	1.247	1.083	0.937	0.819	0.725	0.650	0.588	0.537
2.24	K1	1.500	0.521	0.249	0.144	0.093	0.065	0.048	0.037	0.029	0.024
	K2	0.000	1.306	1.251	1.085	0.938	0.820	0.726	0.650	0.588	0.537
2.26	K1	1.500	0.515	0.246	0.142	0.092	0.064	0.047	0.036	0.029	0.023
	K2	0.000	1.314	1.254	1.087	0.939	0.820	0.726	0.650	0.588	0.537
2.28	K1	1.500	0.509	0.242	0.140	0.090	0.063	0.047	0.036	0.028	0.023
	K2	0.000	1.322	1.258	1.088	0.940	0.821	0.727	0.651	0.589	0.537
2.30	K1	1.500	0.503	0.238	0.137	0.089	0.062	0.046	0.035	0.028	0.023
	K2	0.000	1.330	1.262	1.090	0.941	0.822	0.727	0.651	0.589	0.537
2.32	K1	1.500	0.497	0.235	0.135	0.087	0.061	0.045	0.035	0.027	0.022
	K2	0.000	1.337	1.265	1.092	0.942	0.822	0.727	0.651	0.589	0.537
2.34	K1	1.500	0.491	0.232	0.133	0.086	0.060	0.044	0.034	0.027	0.022
	K2	0.000	1.345	1.268	1.093	0.943	0.823	0.728	0.652	0.589	0.538
2.36	K1	1.500	0.485	0.228	0.131	0.085	0.059	0.044	0.033	0.026	0.021
	K2	0.000	1.352	1.272	1.095	0.944	0.823	0.728	0.652	0.589	0.538
2.38	K1	1.500	0.480	0.225	0.129	0.083	0.058	0.043	0.033	0.026	0.021
	K2	0.000	1.359	1.275	1.097	0.944	0.824	0.729	0.652	0.590	0.538

Tabelul 3.14 (continuare)

a=3; b=1...10; c=2, 40...238

B=7.051...10,ESZ=40,112,561											
a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.40	K1	1.500	0.475	0.222	0.127	0.082	0.057	0.042	0.032	0.026	0.021
	K2	0.000	1.367	1.278	1.098	0.945	0.824	0.729	0.652	0.590	0.538
	K1	1.500	0.469	0.219	0.125	0.081	0.056	0.042	0.032	0.025	0.020
2.42	K2	0.000	1.374	1.281	1.100	0.946	0.825	0.729	0.653	0.590	0.538
	K1	1.500	0.464	0.216	0.123	0.080	0.055	0.041	0.031	0.025	0.020
2.44	K2	0.000	1.381	1.284	1.101	0.947	0.825	0.730	0.653	0.590	0.538
	K1	1.500	0.459	0.213	0.121	0.078	0.055	0.040	0.031	0.024	0.020
2.46	K2	0.000	1.388	1.287	1.103	0.948	0.826	0.730	0.653	0.590	0.538
	K1	1.500	0.454	0.210	0.120	0.077	0.054	0.040	0.030	0.024	0.019
2.48	K2	0.000	1.395	1.290	1.104	0.949	0.826	0.730	0.653	0.590	0.538
	K1	1.500	0.449	0.207	0.118	0.076	0.053	0.039	0.030	0.024	0.019
2.50	K2	0.000	1.402	1.293	1.106	0.949	0.827	0.731	0.653	0.591	0.538
	K1	1.500	0.444	0.204	0.116	0.075	0.052	0.038	0.029	0.023	0.019
2.52	K2	0.000	1.409	1.296	1.107	0.950	0.827	0.731	0.654	0.591	0.539
	K1	1.500	0.439	0.201	0.115	0.074	0.051	0.038	0.029	0.023	0.019
2.54	K2	0.000	1.415	1.299	1.108	0.951	0.828	0.731	0.654	0.591	0.539
	K1	1.500	0.434	0.199	0.113	0.073	0.051	0.037	0.029	0.023	0.018
2.56	K2	0.000	1.422	1.301	1.110	0.952	0.828	0.731	0.654	0.591	0.539
	K1	1.500	0.429	0.196	0.111	0.072	0.050	0.037	0.028	0.022	0.018
2.58	K2	0.000	1.428	1.304	1.111	0.952	0.829	0.732	0.654	0.591	0.539
	K1	1.500	0.424	0.193	0.110	0.070	0.049	0.036	0.028	0.022	0.018
2.60	K2	0.000	1.434	1.307	1.112	0.953	0.829	0.732	0.654	0.591	0.539
	K1	1.500	0.420	0.191	0.108	0.069	0.048	0.036	0.027	0.022	0.017
2.62	K2	0.000	1.440	1.309	1.113	0.954	0.830	0.732	0.655	0.591	0.539
	K1	1.500	0.415	0.188	0.107	0.068	0.048	0.035	0.027	0.021	0.017
2.64	K2	0.000	1.447	1.312	1.115	0.954	0.830	0.732	0.655	0.592	0.539
	K1	1.500	0.411	0.186	0.105	0.067	0.047	0.035	0.026	0.021	0.017
2.66	K2	0.000	1.453	1.314	1.116	0.955	0.830	0.733	0.655	0.592	0.539
	K1	1.500	0.406	0.183	0.104	0.067	0.046	0.034	0.026	0.021	0.017
2.68	K2	0.000	1.458	1.317	1.117	0.956	0.831	0.733	0.655	0.592	0.539

a=3; b=11...20; c=0,30...0,52

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0.30	K1	0.638	0.575	0.519	0.470	0.426	0.388	0.354	0.324	0.297	0.273
	K2	0.287	0.285	0.280	0.275	0.268	0.262	0.255	0.248	0.241	0.234
	K1	0.591	0.530	0.476	0.429	0.388	0.352	0.320	0.292	0.267	0.246
0.32	K2	0.303	0.298	0.293	0.286	0.278	0.270	0.262	0.254	0.247	0.239
	K1	0.549	0.489	0.438	0.393	0.354	0.320	0.291	0.265	0.242	0.222
0.34	K2	0.317	0.311	0.304	0.295	0.286	0.278	0.269	0.260	0.252	0.243
	K1	0.510	0.452	0.403	0.361	0.324	0.292	0.265	0.241	0.220	0.201
0.36	K2	0.330	0.322	0.313	0.304	0.294	0.284	0.274	0.265	0.256	0.247
	K1	0.474	0.419	0.372	0.332	0.297	0.268	0.242	0.220	0.200	0.183
0.38	K2	0.342	0.333	0.322	0.311	0.301	0.290	0.280	0.270	0.260	0.251
	K1	0.441	0.389	0.344	0.306	0.274	0.246	0.222	0.201	0.183	0.167
0.40	K2	0.353	0.342	0.330	0.318	0.307	0.295	0.284	0.273	0.263	0.254
	K1	0.411	0.361	0.319	0.283	0.253	0.226	0.204	0.185	0.168	0.153
0.42	K2	0.363	0.350	0.337	0.325	0.312	0.300	0.288	0.277	0.266	0.257
	K1	0.384	0.336	0.296	0.262	0.234	0.209	0.188	0.170	0.154	0.141
0.44	K2	0.372	0.358	0.344	0.330	0.317	0.304	0.292	0.280	0.269	0.259
	K1	0.359	0.314	0.276	0.244	0.217	0.194	0.174	0.157	0.143	0.130
0.46	K2	0.380	0.365	0.350	0.335	0.321	0.307	0.295	0.283	0.271	0.261
	K1	0.337	0.293	0.257	0.227	0.201	0.180	0.161	0.146	0.132	0.120
0.48	K2	0.388	0.371	0.355	0.340	0.325	0.311	0.297	0.285	0.274	0.263
	K1	0.316	0.274	0.240	0.211	0.187	0.167	0.150	0.135	0.122	0.111
0.50	K2	0.395	0.377	0.360	0.344	0.328	0.314	0.300	0.287	0.276	0.265
	K1	0.297	0.257	0.225	0.198	0.175	0.156	0.140	0.126	0.114	0.104
0.52	K2	0.401	0.382	0.364	0.347	0.331	0.316	0.302	0.289	0.277	0.266
	K1	0.279	0.241	0.211	0.185	0.164	0.146	0.130	0.117	0.106	0.097
0.54	K2	0.407	0.387	0.368	0.351	0.334	0.319	0.304	0.291	0.279	0.267
	K1	0.263	0.227	0.198	0.174	0.153	0.136	0.122	0.110	0.099	0.090
0.56	K2	0.412	0.392	0.372	0.354	0.337	0.321	0.306	0.293	0.280	0.269
	K1	0.248	0.214	0.186	0.163	0.144	0.128	0.114	0.103	0.093	0.084
0.58	K2	0.417	0.396	0.375	0.357	0.339	0.323	0.308	0.294	0.281	0.270

Tabelul 3.15 (continuară)

a=3; b=11...20; c=0,30...0,52

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0.60	K1	0.234	0.202	0.175	0.153	0.135	0.120	0.107	0.097	0.087	0.079
	K2	0.422	0.399	0.379	0.359	0.341	0.325	0.309	0.295	0.283	0.271
	K1	0.222	0.191	0.165	0.145	0.128	0.113	0.101	0.091	0.082	0.074
0.62	K2	0.426	0.403	0.381	0.361	0.343	0.326	0.311	0.297	0.284	0.272
	K1	0.210	0.180	0.156	0.137	0.120	0.107	0.095	0.086	0.077	0.070
0.64	K2	0.430	0.406	0.384	0.364	0.345	0.328	0.312	0.298	0.285	0.272
	K1	0.199	0.171	0.148	0.129	0.114	0.101	0.090	0.081	0.073	0.066
0.66	K2	0.434	0.409	0.386	0.366	0.347	0.329	0.313	0.299	0.285	0.273
	K1	0.189	0.162	0.140	0.122	0.108	0.095	0.085	0.076	0.069	0.062
0.68	K2	0.437	0.412	0.389	0.367	0.348	0.331	0.314	0.300	0.286	0.274
	K1	0.180	0.154	0.133	0.116	0.102	0.090	0.080	0.072	0.065	0.059
0.70	K2	0.440	0.414	0.391	0.369	0.350	0.332	0.315	0.301	0.287	0.274
	K1	0.171	0.146	0.126	0.110	0.097	0.086	0.076	0.068	0.062	0.056
0.72	K2	0.443	0.417	0.393	0.371	0.351	0.333	0.316	0.301	0.288	0.275
	K1	0.163	0.139	0.120	0.105	0.092	0.081	0.072	0.065	0.059	0.053
0.74	K2	0.446	0.419	0.394	0.372	0.352	0.334	0.317	0.302	0.288	0.276
	K1	0.155	0.132	0.114	0.099	0.087	0.077	0.069	0.062	0.056	0.050
0.76	K2	0.448	0.421	0.396	0.373	0.353	0.335	0.318	0.303	0.289	0.276
	K1	0.148	0.126	0.109	0.095	0.083	0.074	0.065	0.059	0.053	0.048
0.78	K2	0.451	0.423	0.397	0.375	0.354	0.336	0.319	0.303	0.289	0.277
	K1	0.142	0.121	0.104	0.090	0.079	0.070	0.062	0.056	0.050	0.046
0.80	K2	0.453	0.424	0.399	0.376	0.355	0.336	0.319	0.304	0.290	0.277
	K1	0.135	0.115	0.099	0.086	0.076	0.067	0.060	0.053	0.048	0.043
0.82	K2	0.455	0.426	0.400	0.377	0.356	0.337	0.320	0.305	0.290	0.277
	K1	0.129	0.110	0.095	0.082	0.072	0.064	0.057	0.051	0.046	0.041
0.84	K2	0.457	0.428	0.401	0.378	0.357	0.338	0.321	0.305	0.291	0.278
	K1	0.124	0.105	0.091	0.079	0.069	0.061	0.054	0.049	0.044	0.040
0.86	K2	0.459	0.429	0.403	0.379	0.358	0.339	0.321	0.306	0.291	0.278
	K1	0.119	0.101	0.087	0.075	0.066	0.058	0.052	0.046	0.042	0.038
0.88	K2	0.460	0.430	0.404	0.380	0.359	0.340	0.322	0.306	0.292	0.279

Tabelul 3.15(continuare)

a=3; b=11...20; c=0,90...1,18

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n.90	K1	0.114	0.097	0.083	0.072	0.063	0.056	0.050	0.045	0.040	0.036
	K2	0.462	0.432	0.405	0.381	0.359	0.340	0.322	0.306	0.292	0.279
n.92	K1	0.110	0.093	0.080	0.069	0.061	0.054	0.048	0.043	0.038	0.035
	K2	0.463	0.433	0.406	0.382	0.360	0.340	0.323	0.307	0.292	0.279
n.94	K1	0.105	0.089	0.077	0.067	0.058	0.051	0.046	0.041	0.037	0.033
	K2	0.465	0.434	0.407	0.382	0.360	0.341	0.323	0.307	0.293	0.279
n.96	K1	0.101	0.086	0.074	0.064	0.056	0.049	0.044	0.039	0.035	0.032
	K2	0.466	0.435	0.408	0.383	0.361	0.341	0.324	0.308	0.293	0.280
n.98	K1	0.097	0.083	0.071	0.061	0.054	0.047	0.042	0.038	0.034	0.031
	K2	0.468	0.436	0.408	0.384	0.362	0.342	0.324	0.308	0.293	0.280
1.00	K1	0.094	0.079	0.068	0.059	0.052	0.046	0.041	0.036	0.033	0.029
	K2	0.469	0.437	0.409	0.384	0.362	0.342	0.324	0.308	0.293	0.280
1.02	K1	0.090	0.077	0.066	0.057	0.050	0.044	0.039	0.035	0.031	0.028
	K2	0.470	0.438	0.410	0.385	0.363	0.343	0.325	0.309	0.294	0.280
1.04	K1	0.087	0.074	0.063	0.055	0.048	0.042	0.038	0.034	0.030	0.027
	K2	0.471	0.439	0.410	0.385	0.363	0.343	0.325	0.309	0.294	0.281
1.06	K1	0.084	0.071	0.061	0.053	0.046	0.041	0.036	0.032	0.029	0.026
	K2	0.472	0.440	0.411	0.386	0.363	0.343	0.325	0.309	0.294	0.281
1.08	K1	0.081	0.069	0.059	0.051	0.045	0.039	0.035	0.031	0.028	0.025
	K2	0.473	0.440	0.412	0.386	0.364	0.344	0.326	0.309	0.294	0.281
1.10	K1	0.078	0.066	0.057	0.049	0.043	0.038	0.034	0.030	0.027	0.024
	K2	0.474	0.441	0.412	0.387	0.364	0.344	0.326	0.309	0.295	0.281
1.12	K1	0.076	0.064	0.055	0.047	0.041	0.036	0.032	0.029	0.026	0.023
	K2	0.475	0.442	0.413	0.387	0.365	0.344	0.326	0.310	0.295	0.281
1.14	K1	0.073	0.062	0.053	0.045	0.040	0.035	0.031	0.028	0.025	0.023
	K2	0.476	0.443	0.413	0.388	0.365	0.345	0.326	0.310	0.295	0.281
1.16	K1	0.071	0.060	0.051	0.043	0.038	0.033	0.029	0.026	0.024	0.022
	K2	0.477	0.444	0.414	0.389	0.366	0.345	0.327	0.311	0.295	0.282
1.18	K1	0.069	0.058	0.049	0.041	0.036	0.031	0.027	0.024	0.021	0.019
	K2	0.478	0.445	0.415	0.390	0.367	0.346	0.327	0.311	0.296	0.282

Tabelul 3.15(continuare)

a=3; b=11...20; c=1,20...1,40

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.20	K1	0.066	0.056	0.048	0.042	0.036	0.032	0.028	0.025	0.023	0.021
	K2	0.478	0.444	0.415	0.389	0.366	0.345	0.327	0.310	0.295	0.282
1.22	K1	0.064	0.054	0.047	0.040	0.035	0.031	0.027	0.025	0.022	0.020
	K2	0.479	0.445	0.415	0.389	0.366	0.346	0.327	0.311	0.296	0.282
1.24	K1	0.062	0.053	0.045	0.039	0.034	0.030	0.027	0.024	0.021	0.019
	K2	0.479	0.445	0.416	0.390	0.366	0.346	0.327	0.311	0.296	0.282
1.26	K1	0.060	0.051	0.044	0.038	0.033	0.029	0.026	0.023	0.021	0.019
	K2	0.480	0.446	0.416	0.390	0.367	0.346	0.328	0.311	0.296	0.282
1.28	K1	0.059	0.050	0.042	0.037	0.032	0.028	0.025	0.022	0.020	0.018
	K2	0.480	0.446	0.416	0.390	0.367	0.346	0.328	0.311	0.296	0.282
1.30	K1	0.057	0.048	0.041	0.036	0.031	0.027	0.024	0.022	0.019	0.018
	K2	0.481	0.447	0.417	0.391	0.367	0.347	0.328	0.311	0.296	0.282
1.32	K1	0.055	0.047	0.040	0.035	0.030	0.027	0.024	0.021	0.019	0.017
	K2	0.482	0.447	0.417	0.391	0.367	0.347	0.328	0.311	0.296	0.282
1.34	K1	0.054	0.045	0.039	0.034	0.029	0.026	0.023	0.020	0.018	0.017
	K2	0.482	0.448	0.417	0.391	0.368	0.347	0.328	0.311	0.296	0.283
1.36	K1	0.052	0.044	0.038	0.033	0.028	0.025	0.022	0.020	0.018	0.016
	K2	0.483	0.448	0.418	0.391	0.368	0.347	0.328	0.312	0.296	0.283
1.38	K1	0.051	0.043	0.037	0.032	0.028	0.024	0.022	0.019	0.017	0.016
	K2	0.483	0.448	0.418	0.392	0.368	0.347	0.329	0.312	0.297	0.283
1.40	K1	0.049	0.042	0.036	0.031	0.027	0.024	0.021	0.019	0.017	0.015
	K2	0.484	0.449	0.418	0.392	0.368	0.347	0.329	0.312	0.297	0.283
1.42	K1	0.048	0.040	0.035	0.030	0.026	0.023	0.020	0.018	0.016	0.015
	K2	0.484	0.449	0.419	0.392	0.368	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
1.44	K1	0.047	0.039	0.034	0.029	0.025	0.022	0.020	0.018	0.016	0.014
	K2	0.484	0.449	0.419	0.392	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
1.46	K1	0.045	0.038	0.033	0.028	0.024	0.021	0.019	0.017	0.015	0.014
	K2	0.485	0.450	0.419	0.392	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
1.48	K1	0.044	0.037	0.032	0.028	0.024	0.021	0.019	0.017	0.015	0.014
	K2	0.485	0.450	0.419	0.393	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283



Tabelul 3.15(continuare)

a=3; b=11...20; c=1,50...1,78

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1,50	K1	0,843	0,836	0,831	0,827	0,823	0,821	0,818	0,816	0,815	0,813
	K2	0,486	0,450	0,420	0,393	0,369	0,348	0,329	0,312	0,297	0,283
1,52	K1	0,842	0,835	0,830	0,826	0,823	0,820	0,818	0,816	0,814	0,813
	K2	0,486	0,451	0,420	0,393	0,369	0,348	0,329	0,312	0,297	0,283
1,54	K1	0,841	0,835	0,830	0,826	0,822	0,820	0,817	0,816	0,814	0,813
	K2	0,486	0,451	0,420	0,393	0,369	0,348	0,329	0,313	0,297	0,283
1,56	K1	0,840	0,834	0,829	0,825	0,822	0,819	0,817	0,815	0,814	0,812
	K2	0,487	0,451	0,420	0,393	0,370	0,348	0,330	0,313	0,297	0,283
1,58	K1	0,839	0,833	0,828	0,824	0,821	0,819	0,817	0,815	0,813	0,812
	K2	0,487	0,451	0,421	0,394	0,370	0,349	0,330	0,313	0,297	0,283
1,60	K1	0,838	0,832	0,827	0,823	0,820	0,818	0,816	0,814	0,813	0,812
	K2	0,487	0,452	0,421	0,394	0,370	0,349	0,330	0,313	0,297	0,283
1,62	K1	0,837	0,831	0,827	0,823	0,820	0,818	0,816	0,814	0,813	0,811
	K2	0,488	0,452	0,421	0,394	0,370	0,349	0,330	0,313	0,297	0,284
1,64	K1	0,836	0,831	0,826	0,823	0,820	0,817	0,815	0,814	0,812	0,811
	K2	0,488	0,452	0,421	0,394	0,370	0,349	0,330	0,313	0,298	0,284
1,66	K1	0,835	0,830	0,825	0,822	0,819	0,817	0,815	0,813	0,812	0,811
	K2	0,488	0,452	0,421	0,394	0,370	0,349	0,330	0,313	0,298	0,284
1,68	K1	0,835	0,829	0,825	0,821	0,819	0,816	0,815	0,813	0,812	0,811
	K2	0,488	0,453	0,421	0,394	0,370	0,349	0,330	0,313	0,298	0,284
1,70	K1	0,834	0,828	0,824	0,821	0,818	0,816	0,814	0,813	0,811	0,810
	K2	0,489	0,453	0,422	0,394	0,370	0,349	0,330	0,313	0,298	0,284
1,72	K1	0,833	0,828	0,824	0,821	0,818	0,816	0,814	0,812	0,811	0,810
	K2	0,489	0,453	0,422	0,395	0,371	0,349	0,330	0,313	0,298	0,284
1,74	K1	0,832	0,827	0,823	0,820	0,817	0,815	0,814	0,812	0,811	0,810
	K2	0,489	0,453	0,422	0,395	0,371	0,349	0,330	0,313	0,298	0,284
1,76	K1	0,831	0,826	0,822	0,819	0,817	0,815	0,813	0,812	0,811	0,810
	K2	0,489	0,453	0,422	0,395	0,371	0,349	0,330	0,313	0,298	0,284
1,78	K1	0,830	0,825	0,821	0,818	0,816	0,814	0,813	0,811	0,810	0,809
	K2	0,489	0,454	0,422	0,395	0,371	0,349	0,330	0,313	0,298	0,284

Tabelul 3.15(continuare)

a=3; b=11...20; c=1,80...2,08

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1,80	K1	0,830	0,825	0,822	0,819	0,816	0,814	0,813	0,811	0,810	0,809
	K2	0,490	0,454	0,423	0,395	0,371	0,350	0,331	0,313	0,298	0,284
1,82	K1	0,830	0,825	0,821	0,818	0,816	0,814	0,812	0,811	0,810	0,809
	K2	0,490	0,454	0,423	0,395	0,371	0,350	0,331	0,313	0,298	0,284
1,84	K1	0,829	0,824	0,821	0,818	0,816	0,814	0,812	0,811	0,810	0,809
	K2	0,490	0,454	0,423	0,395	0,371	0,350	0,331	0,313	0,298	0,284
1,86	K1	0,828	0,823	0,820	0,817	0,815	0,813	0,812	0,811	0,810	0,809
	K2	0,491	0,454	0,423	0,395	0,371	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
1,88	K1	0,828	0,823	0,820	0,817	0,815	0,813	0,812	0,811	0,810	0,809
	K2	0,491	0,454	0,423	0,395	0,371	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
1,90	K1	0,827	0,823	0,820	0,817	0,815	0,813	0,811	0,810	0,809	0,808
	K2	0,491	0,454	0,423	0,396	0,371	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
1,92	K1	0,827	0,822	0,819	0,817	0,814	0,813	0,811	0,810	0,809	0,808
	K2	0,491	0,455	0,423	0,396	0,371	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
1,94	K1	0,826	0,822	0,819	0,816	0,814	0,812	0,811	0,810	0,809	0,808
	K2	0,491	0,455	0,423	0,396	0,371	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
1,96	K1	0,826	0,822	0,818	0,816	0,814	0,812	0,811	0,810	0,809	0,808
	K2	0,491	0,455	0,423	0,396	0,372	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
1,98	K1	0,825	0,821	0,818	0,816	0,814	0,812	0,811	0,809	0,808	0,807
	K2	0,492	0,455	0,423	0,396	0,372	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
2,00	K1	0,825	0,821	0,818	0,815	0,813	0,812	0,810	0,809	0,808	0,807
	K2	0,492	0,455	0,424	0,396	0,372	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
2,02	K1	0,824	0,820	0,817	0,815	0,813	0,811	0,810	0,809	0,808	0,807
	K2	0,492	0,455	0,424	0,396	0,372	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
2,04	K1	0,823	0,820	0,817	0,814	0,813	0,811	0,810	0,809	0,808	0,807
	K2	0,492	0,455	0,424	0,396	0,372	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
2,06	K1	0,823	0,819	0,817	0,814	0,812	0,811	0,810	0,809	0,808	0,807
	K2	0,492	0,456	0,424	0,396	0,372	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284
2,08	K1	0,823	0,819	0,816	0,814	0,812	0,811	0,810	0,809	0,808	0,807
	K2	0,492	0,456	0,424	0,396	0,372	0,350	0,331	0,314	0,298	0,284



Tabelul 3.16

a=4; b=1...10; c=0,30...0,58

a	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,30	K1	1.200	1.179	1.145	1.101	1.049	0.992	0.932	0.871	0.811	0.753
	K2	0.000	0.035	0.069	0.099	0.126	0.149	0.168	0.183	0.195	0.203
0,32	K1	1.200	1.176	1.138	1.089	1.031	0.969	0.904	0.839	0.776	0.716
	K2	0.000	0.040	0.078	0.111	0.141	0.165	0.185	0.200	0.212	0.220
0,34	K1	1.200	1.173	1.130	1.076	1.013	0.945	0.876	0.808	0.742	0.681
	K2	0.000	0.045	0.087	0.124	0.156	0.182	0.203	0.218	0.229	0.236
0,36	K1	1.200	1.170	1.122	1.062	0.994	0.921	0.848	0.777	0.710	0.647
	K2	0.000	0.051	0.097	0.138	0.172	0.199	0.220	0.235	0.245	0.251
0,38	K1	1.200	1.166	1.114	1.049	0.975	0.898	0.821	0.747	0.678	0.614
	K2	0.000	0.056	0.107	0.151	0.188	0.216	0.237	0.252	0.261	0.266
0,40	K1	1.200	1.163	1.106	1.034	0.955	0.874	0.794	0.718	0.647	0.584
	K2	0.000	0.062	0.118	0.166	0.204	0.233	0.254	0.268	0.276	0.280
0,42	K1	1.200	1.159	1.097	1.020	0.936	0.850	0.767	0.689	0.618	0.554
	K2	0.000	0.068	0.129	0.180	0.220	0.250	0.271	0.284	0.291	0.293
0,44	K1	1.200	1.155	1.088	1.005	0.916	0.827	0.741	0.662	0.590	0.527
	K2	0.000	0.075	0.140	0.195	0.237	0.267	0.287	0.299	0.305	0.306
0,46	K1	1.200	1.151	1.078	0.990	0.896	0.803	0.716	0.635	0.564	0.501
	K2	0.000	0.081	0.152	0.210	0.253	0.283	0.303	0.314	0.318	0.318
0,48	K1	1.200	1.147	1.069	0.975	0.877	0.780	0.691	0.610	0.538	0.476
	K2	0.000	0.088	0.164	0.225	0.269	0.300	0.318	0.328	0.331	0.329
0,50	K1	1.200	1.143	1.059	0.960	0.857	0.758	0.667	0.585	0.514	0.453
	K2	0.000	0.095	0.176	0.240	0.286	0.316	0.333	0.341	0.343	0.340
0,52	K1	1.200	1.138	1.049	0.945	0.838	0.736	0.643	0.562	0.491	0.434
	K2	0.000	0.103	0.189	0.255	0.302	0.332	0.348	0.355	0.354	0.350
0,54	K1	1.200	1.134	1.038	0.929	0.818	0.714	0.621	0.539	0.470	0.410
	K2	0.000	0.110	0.202	0.271	0.318	0.347	0.362	0.367	0.365	0.359
0,56	K1	1.200	1.129	1.028	0.914	0.799	0.693	0.599	0.518	0.449	0.391
	K2	0.000	0.118	0.215	0.286	0.334	0.362	0.376	0.379	0.375	0.368
0,58	K1	1.200	1.124	1.017	0.894	0.780	0.672	0.578	0.497	0.429	0.373
	K2	0.000	0.126	0.228	0.302	0.350	0.377	0.389	0.390	0.385	0.376

Tabelul 3.16(continuare)

a=4; b=1...10; c=0,60...0,88

	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																			
0,60	K1+1.200+1.119+1.007+0.882+0.761+0.652+0.558+0.478+0.411+0.355	K2+0.000+0.134+0.242+0.318+0.365+0.391+0.401+0.401+0.395+0.384	K1+1.200+1.114+0.996+0.867+0.743+0.633+0.538+0.459+0.393+0.339	K2+0.000+0.143+0.255+0.333+0.381+0.405+0.414+0.412+0.403+0.391	K1+1.200+1.109+0.985+0.851+0.725+0.614+0.519+0.441+0.377+0.324	K2+0.000+0.151+0.269+0.340+0.396+0.419+0.425+0.422+0.412+0.398	K1+1.200+1.104+0.974+0.836+0.707+0.595+0.501+0.424+0.361+0.310	K2+0.000+0.160+0.283+0.364+0.411+0.432+0.437+0.431+0.419+0.405	K1+1.200+1.098+0.963+0.821+0.690+0.577+0.484+0.408+0.346+0.296	K2+0.000+0.169+0.297+0.379+0.425+0.445+0.448+0.440+0.427+0.411	K1+1.200+1.093+0.951+0.805+0.673+0.560+0.467+0.392+0.332+0.283	K2+0.000+0.179+0.311+0.395+0.439+0.457+0.458+0.449+0.434+0.417	K1+1.200+1.087+0.940+0.790+0.656+0.543+0.451+0.378+0.319+0.271	K2+0.000+0.188+0.325+0.410+0.453+0.469+0.468+0.457+0.441+0.422	K1+1.200+1.082+0.929+0.775+0.640+0.527+0.436+0.364+0.306+0.260	K2+0.000+0.197+0.339+0.425+0.467+0.481+0.478+0.465+0.447+0.427	K1+1.200+1.076+0.917+0.761+0.624+0.511+0.421+0.350+0.294+0.249	K2+0.000+0.207+0.353+0.439+0.480+0.492+0.487+0.472+0.453+0.432	K1+1.200+1.070+0.906+0.746+0.608+0.496+0.407+0.338+0.283+0.230	K2+0.000+0.217+0.367+0.454+0.493+0.503+0.495+0.479+0.459+0.437	K1+1.200+1.064+0.895+0.732+0.593+0.481+0.394+0.325+0.272+0.230	K2+0.000+0.227+0.382+0.468+0.506+0.513+0.504+0.486+0.464+0.441	K1+1.200+1.058+0.883+0.718+0.578+0.467+0.381+0.314+0.262+0.221	K2+0.000+0.237+0.396+0.482+0.518+0.523+0.512+0.497+0.469+0.445	K1+1.200+1.052+0.877+0.704+0.564+0.453+0.368+0.303+0.252+0.212	K2+0.000+0.247+0.410+0.496+0.530+0.533+0.520+0.498+0.474+0.449	K1+1.200+1.045+0.861+0.690+0.550+0.440+0.356+0.297+0.243+0.204	K2+0.000+0.258+0.424+0.510+0.542+0.543+0.527+0.504+0.479+0.453	K1+1.200+1.039+0.847+0.676+0.536+0.426+0.345+0.282+0.234+0.196	K2+0.000+0.268+0.438+0.524+0.553+0.552+0.534+0.510+0.483+0.456

Tabelul 3.16(continuare)

a=4; b=1...10; c=0.90...1.18

b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.90	K1=1.200	1.033	0.838	0.663	0.523	0.415	0.334	0.273	0.226	0.189
	K2=0.000	0.279	0.453	0.537	0.564	0.561	0.541	0.515	0.487	0.460
0.92	K1=1.200	1.026	0.827	0.650	0.510	0.403	0.324	0.263	0.218	0.182
	K2=0.000	0.290	0.467	0.550	0.575	0.569	0.548	0.520	0.491	0.463
0.94	K1=1.200	1.020	0.816	0.637	0.497	0.392	0.314	0.255	0.210	0.176
	K2=0.000	0.300	0.480	0.563	0.586	0.577	0.554	0.525	0.495	0.466
0.96	K1=1.200	1.013	0.805	0.624	0.485	0.381	0.304	0.246	0.203	0.169
	K2=0.000	0.311	0.494	0.576	0.596	0.585	0.560	0.530	0.499	0.468
0.98	K1=1.200	1.007	0.794	0.612	0.473	0.370	0.295	0.238	0.196	0.164
	K2=0.000	0.322	0.508	0.588	0.606	0.593	0.566	0.534	0.502	0.471
1.00	K1=1.200	1.000	0.783	0.600	0.462	0.360	0.286	0.231	0.189	0.158
	K2=0.000	0.333	0.522	0.600	0.615	0.600	0.571	0.538	0.505	0.474
1.02	K1=1.200	0.993	0.772	0.588	0.450	0.350	0.277	0.223	0.183	0.153
	K2=0.000	0.344	0.535	0.612	0.625	0.607	0.577	0.543	0.508	0.476
1.04	K1=1.200	0.987	0.761	0.576	0.439	0.341	0.269	0.217	0.177	0.147
	K2=0.000	0.356	0.549	0.624	0.634	0.614	0.582	0.546	0.511	0.478
1.06	K1=1.200	0.980	0.750	0.565	0.429	0.331	0.261	0.210	0.172	0.143
	K2=0.000	0.367	0.562	0.635	0.643	0.620	0.587	0.550	0.514	0.481
1.08	K1=1.200	0.973	0.740	0.554	0.419	0.322	0.254	0.203	0.166	0.138
	K2=0.000	0.378	0.575	0.646	0.651	0.627	0.592	0.554	0.517	0.483
1.10	K1=1.200	0.966	0.729	0.543	0.409	0.314	0.246	0.197	0.161	0.134
	K2=0.000	0.390	0.588	0.657	0.659	0.633	0.596	0.557	0.519	0.485
1.12	K1=1.200	0.959	0.719	0.532	0.399	0.306	0.239	0.191	0.156	0.129
	K2=0.000	0.401	0.601	0.668	0.667	0.639	0.600	0.560	0.522	0.487
1.14	K1=1.200	0.952	0.709	0.522	0.390	0.298	0.233	0.186	0.151	0.125
	K2=0.000	0.413	0.614	0.678	0.675	0.645	0.605	0.563	0.524	0.489
1.16	K1=1.200	0.946	0.699	0.512	0.381	0.290	0.226	0.180	0.147	0.121
	K2=0.000	0.424	0.627	0.688	0.683	0.650	0.609	0.566	0.527	0.491
1.18	K1=1.200	0.939	0.689	0.502	0.372	0.282	0.220	0.175	0.142	0.117
	K2=0.000	0.436	0.639	0.698	0.690	0.655	0.613	0.569	0.529	0.493

Tabelul 3.16(continuare)

a=4; b=1...10; c=1.20...1.48

b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.20	K1=1.200	0.932	0.679	0.492	0.363	0.275	0.214	0.170	0.134	0.114
	K2=0.000	0.447	0.652	0.708	0.697	0.661	0.616	0.572	0.531	0.494
1.22	K1=1.200	0.925	0.669	0.482	0.355	0.268	0.208	0.165	0.134	0.111
	K2=0.000	0.459	0.664	0.718	0.704	0.666	0.620	0.575	0.533	0.495
1.24	K1=1.200	0.918	0.659	0.473	0.347	0.262	0.203	0.161	0.130	0.108
	K2=0.000	0.470	0.676	0.727	0.711	0.670	0.623	0.577	0.535	0.497
1.26	K1=1.200	0.911	0.650	0.464	0.339	0.255	0.197	0.156	0.127	0.105
	K2=0.000	0.482	0.688	0.736	0.718	0.675	0.627	0.580	0.537	0.498
1.28	K1=1.200	0.904	0.640	0.455	0.331	0.249	0.192	0.152	0.123	0.102
	K2=0.000	0.494	0.699	0.745	0.724	0.679	0.630	0.582	0.538	0.499
1.30	K1=1.200	0.897	0.631	0.446	0.324	0.243	0.187	0.148	0.120	0.099
	K2=0.000	0.505	0.711	0.754	0.730	0.684	0.633	0.584	0.540	0.501
1.32	K1=1.200	0.890	0.622	0.438	0.317	0.237	0.182	0.144	0.117	0.096
	K2=0.000	0.517	0.723	0.762	0.736	0.688	0.636	0.587	0.542	0.502
1.34	K1=1.200	0.883	0.613	0.429	0.310	0.231	0.178	0.140	0.113	0.093
	K2=0.000	0.528	0.734	0.771	0.742	0.692	0.639	0.589	0.543	0.503
1.36	K1=1.200	0.876	0.604	0.421	0.303	0.226	0.173	0.137	0.110	0.091
	K2=0.000	0.540	0.745	0.779	0.747	0.696	0.642	0.591	0.545	0.504
1.38	K1=1.200	0.869	0.595	0.413	0.297	0.220	0.169	0.133	0.108	0.088
	K2=0.000	0.552	0.756	0.787	0.753	0.700	0.644	0.593	0.546	0.505
1.40	K1=1.200	0.862	0.587	0.405	0.290	0.215	0.165	0.130	0.105	0.086
	K2=0.000	0.563	0.767	0.795	0.758	0.703	0.647	0.594	0.548	0.506
1.42	K1=1.200	0.855	0.578	0.398	0.284	0.210	0.161	0.127	0.102	0.084
	K2=0.000	0.575	0.777	0.802	0.763	0.707	0.649	0.596	0.549	0.507
1.44	K1=1.200	0.848	0.570	0.390	0.278	0.206	0.157	0.124	0.100	0.082
	K2=0.000	0.586	0.788	0.810	0.768	0.710	0.652	0.598	0.550	0.508
1.46	K1=1.200	0.841	0.562	0.383	0.272	0.201	0.153	0.121	0.097	0.080
	K2=0.000	0.598	0.798	0.817	0.773	0.714	0.654	0.600	0.551	0.509
1.48	K1=1.200	0.834	0.553	0.376	0.266	0.196	0.150	0.118	0.095	0.078
	K2=0.000	0.609	0.808	0.824	0.778	0.717	0.655	0.601	0.553	0.510

Tabelul 3.15 (continuare)  
a=4; b=1...10; c=1, 50...1, 98

	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.50	K1	1.200	0.828	0.545	0.369	0.261	0.192	0.146	0.115	0.092	0.076
	K2	0.000	0.621	0.818	0.831	0.783	0.729	0.659	0.603	0.554	0.511
1.52	K1	1.200	0.821	0.538	0.362	0.256	0.188	0.143	0.112	0.090	0.074
	K2	0.000	0.632	0.828	0.838	0.787	0.723	0.661	0.604	0.555	0.512
1.54	K1	1.200	0.814	0.530	0.356	0.250	0.184	0.140	0.109	0.088	0.072
	K2	0.000	0.643	0.838	0.844	0.791	0.726	0.663	0.606	0.556	0.513
1.56	K1	1.200	0.807	0.522	0.349	0.245	0.180	0.137	0.107	0.086	0.070
	K2	0.000	0.655	0.847	0.851	0.796	0.729	0.665	0.607	0.557	0.513
1.58	K1	1.200	0.800	0.515	0.343	0.240	0.176	0.134	0.104	0.084	0.069
	K2	0.000	0.666	0.857	0.857	0.800	0.732	0.667	0.609	0.558	0.514
1.60	K1	1.200	0.794	0.507	0.337	0.235	0.172	0.131	0.102	0.082	0.067
	K2	0.000	0.677	0.866	0.863	0.804	0.734	0.668	0.610	0.559	0.515
1.62	K1	1.200	0.787	0.500	0.331	0.231	0.168	0.128	0.100	0.080	0.065
	K2	0.000	0.688	0.875	0.869	0.808	0.737	0.670	0.611	0.560	0.516
1.64	K1	1.200	0.780	0.493	0.325	0.226	0.165	0.125	0.098	0.078	0.064
	K2	0.000	0.700	0.884	0.875	0.811	0.739	0.672	0.612	0.561	0.516
1.66	K1	1.200	0.774	0.486	0.320	0.222	0.162	0.122	0.095	0.076	0.063
	K2	0.000	0.711	0.893	0.880	0.815	0.742	0.674	0.614	0.562	0.517
1.68	K1	1.200	0.767	0.479	0.314	0.218	0.158	0.120	0.093	0.075	0.061
	K2	0.000	0.722	0.901	0.886	0.819	0.744	0.675	0.615	0.563	0.518
1.70	K1	1.200	0.760	0.472	0.308	0.213	0.155	0.117	0.091	0.073	0.060
	K2	0.000	0.733	0.910	0.892	0.822	0.746	0.677	0.616	0.563	0.518
1.72	K1	1.200	0.754	0.466	0.303	0.209	0.152	0.115	0.089	0.072	0.058
	K2	0.000	0.743	0.918	0.897	0.826	0.749	0.678	0.617	0.564	0.519
1.74	K1	1.200	0.747	0.459	0.298	0.205	0.149	0.112	0.087	0.070	0.057
	K2	0.000	0.754	0.926	0.902	0.829	0.751	0.680	0.618	0.565	0.519
1.76	K1	1.200	0.741	0.452	0.293	0.201	0.146	0.110	0.086	0.069	0.056
	K2	0.000	0.765	0.934	0.907	0.832	0.753	0.681	0.619	0.566	0.520
1.78	K1	1.200	0.735	0.446	0.288	0.198	0.143	0.108	0.084	0.067	0.055
	K2	0.000	0.776	0.942	0.912	0.835	0.755	0.683	0.620	0.566	0.521

Tabelul 3.16 (continuare)  
a=4; b=1...10; c=1, 50...1, 98

	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.80	K1	1.200	0.728	0.440	0.283	0.194	0.140	0.106	0.082	0.066	0.054
	K2	0.000	0.786	0.950	0.917	0.838	0.757	0.684	0.621	0.567	0.521
1.82	K1	1.200	0.722	0.434	0.278	0.190	0.137	0.103	0.080	0.064	0.052
	K2	0.000	0.797	0.958	0.922	0.841	0.759	0.685	0.622	0.568	0.522
1.84	K1	1.200	0.716	0.428	0.274	0.187	0.135	0.101	0.079	0.063	0.051
	K2	0.000	0.807	0.965	0.926	0.844	0.761	0.687	0.623	0.569	0.522
1.86	K1	1.200	0.709	0.422	0.269	0.184	0.132	0.099	0.077	0.062	0.050
	K2	0.000	0.818	0.973	0.931	0.847	0.763	0.688	0.624	0.569	0.523
1.88	K1	1.200	0.703	0.416	0.265	0.180	0.130	0.097	0.076	0.060	0.049
	K2	0.000	0.828	0.980	0.935	0.850	0.764	0.689	0.625	0.570	0.523
1.90	K1	1.200	0.697	0.410	0.260	0.177	0.127	0.096	0.074	0.059	0.048
	K2	0.000	0.839	0.987	0.940	0.852	0.766	0.690	0.625	0.570	0.523
1.92	K1	1.200	0.691	0.405	0.256	0.174	0.125	0.094	0.073	0.058	0.047
	K2	0.000	0.849	0.994	0.944	0.855	0.768	0.691	0.626	0.571	0.524
1.94	K1	1.200	0.685	0.399	0.252	0.171	0.123	0.092	0.071	0.057	0.046
	K2	0.000	0.859	1.001	0.948	0.858	0.770	0.693	0.627	0.572	0.524
1.96	K1	1.200	0.679	0.394	0.248	0.168	0.120	0.090	0.070	0.056	0.046
	K2	0.000	0.869	1.008	0.952	0.860	0.771	0.694	0.628	0.572	0.525
1.98	K1	1.200	0.673	0.388	0.244	0.165	0.118	0.089	0.069	0.055	0.044
	K2	0.000	0.879	1.015	0.956	0.862	0.773	0.695	0.628	0.573	0.525
2.00	K1	1.200	0.667	0.383	0.240	0.162	0.116	0.087	0.067	0.054	0.044
	K2	0.000	0.889	1.021	0.960	0.865	0.774	0.696	0.629	0.573	0.526
2.02	K1	1.200	0.661	0.378	0.236	0.159	0.114	0.085	0.066	0.053	0.043
	K2	0.000	0.899	1.028	0.964	0.867	0.776	0.697	0.630	0.574	0.526
2.04	K1	1.200	0.655	0.373	0.232	0.157	0.112	0.084	0.065	0.052	0.042
	K2	0.000	0.908	1.034	0.969	0.870	0.777	0.698	0.631	0.574	0.526
2.06	K1	1.200	0.649	0.368	0.229	0.154	0.110	0.082	0.064	0.051	0.041
	K2	0.000	0.918	1.040	0.971	0.872	0.779	0.699	0.631	0.575	0.527
2.08	K1	1.200	0.643	0.363	0.225	0.151	0.108	0.081	0.063	0.050	0.041
	K2	0.000	0.928	1.046	0.975	0.874	0.780	0.699	0.632	0.575	0.527



Tabelul 3.16 (continuare)

m=4; b=1...10; a=2, 10...2, 38

m=4; b=1...10; a=2, 10, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000											
	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.10	K1	1.200	0.638	0.358	0.222	0.149	0.106	0.079	0.061	0.049	0.040
	K2	0.000	0.937	1.053	0.978	0.876	0.781	0.700	0.633	0.576	0.527
2.12	K1	1.200	0.632	0.353	0.218	0.147	0.104	0.078	0.060	0.048	0.039
	K2	0.000	0.947	1.058	0.982	0.878	0.783	0.701	0.633	0.576	0.528
2.14	K1	1.200	0.626	0.349	0.215	0.144	0.103	0.077	0.059	0.047	0.038
	K2	0.000	0.956	1.064	0.985	0.880	0.784	0.702	0.634	0.576	0.528
2.16	K1	1.200	0.621	0.344	0.212	0.142	0.101	0.075	0.058	0.046	0.038
	K2	0.000	0.965	1.070	0.988	0.882	0.785	0.703	0.634	0.577	0.528
2.18	K1	1.200	0.615	0.339	0.209	0.139	0.099	0.074	0.057	0.045	0.037
	K2	0.000	0.975	1.076	0.991	0.884	0.786	0.704	0.635	0.577	0.529
2.20	K1	1.200	0.610	0.335	0.205	0.137	0.098	0.073	0.056	0.045	0.036
	K2	0.000	0.984	1.081	0.995	0.886	0.787	0.705	0.635	0.578	0.529
2.22	K1	1.200	0.604	0.331	0.202	0.135	0.096	0.072	0.055	0.044	0.036
	K2	0.000	0.993	1.087	0.998	0.887	0.789	0.705	0.636	0.578	0.529
2.24	K1	1.200	0.599	0.326	0.199	0.133	0.094	0.070	0.054	0.043	0.035
	K2	0.000	1.002	1.092	1.001	0.889	0.790	0.706	0.636	0.578	0.529
2.26	K1	1.200	0.594	0.322	0.196	0.131	0.093	0.069	0.053	0.042	0.035
	K2	0.000	1.011	1.097	1.004	0.891	0.791	0.707	0.637	0.579	0.530
2.28	K1	1.200	0.588	0.318	0.194	0.129	0.091	0.068	0.053	0.042	0.034
	K2	0.000	1.019	1.102	1.006	0.893	0.792	0.707	0.637	0.579	0.530
2.30	K1	1.200	0.583	0.314	0.191	0.127	0.090	0.067	0.052	0.041	0.033
	K2	0.000	1.028	1.107	1.009	0.894	0.793	0.708	0.638	0.579	0.530
2.32	K1	1.200	0.578	0.310	0.188	0.125	0.089	0.066	0.051	0.040	0.033
	K2	0.000	1.037	1.112	1.012	0.896	0.794	0.709	0.638	0.580	0.531
2.34	K1	1.200	0.573	0.306	0.185	0.123	0.087	0.065	0.050	0.040	0.032
	K2	0.000	1.045	1.117	1.015	0.898	0.795	0.710	0.639	0.580	0.531
2.36	K1	1.200	0.568	0.302	0.183	0.121	0.086	0.064	0.049	0.039	0.032
	K2	0.000	1.054	1.122	1.017	0.899	0.796	0.710	0.639	0.580	0.531
2.38	K1	1.200	0.563	0.298	0.180	0.119	0.084	0.063	0.048	0.038	0.031
	K2	0.000	1.062	1.127	1.020	0.901	0.797	0.711	0.640	0.581	0.531

Tabelul 3.15 (continuare)

a=4; b=1...10; c=2, 40...2, 68

	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.40	K1	1.200	0.558	0.295	0.178	0.117	0.083	0.062	0.048	0.038	0.031
	K2	0.000	1.071	1.132	1.022	0.902	0.798	0.711	0.640	0.581	0.531
2.42	K1	1.200	0.553	0.291	0.175	0.116	0.082	0.061	0.047	0.037	0.030
	K2	0.000	1.079	1.136	1.025	0.904	0.799	0.712	0.641	0.581	0.532
2.44	K1	1.200	0.548	0.287	0.173	0.114	0.081	0.060	0.046	0.037	0.030
	K2	0.000	1.087	1.141	1.027	0.905	0.800	0.713	0.641	0.582	0.532
2.46	K1	1.200	0.543	0.284	0.170	0.112	0.079	0.059	0.045	0.036	0.029
	K2	0.000	1.095	1.145	1.030	0.906	0.800	0.713	0.641	0.582	0.532
2.48	K1	1.200	0.538	0.280	0.168	0.111	0.078	0.058	0.045	0.036	0.029
	K2	0.000	1.103	1.150	1.032	0.908	0.801	0.714	0.642	0.582	0.532
2.50	K1	1.200	0.533	0.277	0.166	0.109	0.077	0.057	0.044	0.035	0.028
	K2	0.000	1.111	1.154	1.034	0.909	0.802	0.714	0.642	0.583	0.533
2.52	K1	1.200	0.529	0.274	0.163	0.108	0.076	0.056	0.043	0.034	0.028
	K2	0.000	1.119	1.158	1.037	0.910	0.803	0.715	0.643	0.583	0.533
2.54	K1	1.200	0.524	0.270	0.161	0.106	0.075	0.055	0.043	0.034	0.028
	K2	0.000	1.127	1.162	1.039	0.912	0.804	0.715	0.643	0.583	0.533
2.56	K1	1.200	0.519	0.267	0.159	0.104	0.074	0.055	0.042	0.033	0.027
	K2	0.000	1.134	1.166	1.041	0.913	0.805	0.716	0.643	0.583	0.533
2.58	K1	1.200	0.515	0.264	0.157	0.103	0.073	0.054	0.041	0.033	0.027
	K2	0.000	1.142	1.170	1.043	0.914	0.805	0.716	0.644	0.584	0.533
2.60	K1	1.200	0.510	0.261	0.155	0.102	0.072	0.053	0.041	0.032	0.026
	K2	0.000	1.150	1.174	1.045	0.915	0.806	0.717	0.644	0.584	0.533
2.62	K1	1.200	0.506	0.257	0.153	0.100	0.071	0.052	0.040	0.032	0.026
	K2	0.000	1.157	1.178	1.047	0.917	0.807	0.717	0.644	0.584	0.534
2.64	K1	1.200	0.501	0.254	0.151	0.099	0.070	0.051	0.040	0.031	0.026
	K2	0.000	1.165	1.182	1.049	0.918	0.807	0.718	0.645	0.584	0.534
2.66	K1	1.200	0.497	0.251	0.149	0.097	0.069	0.051	0.039	0.031	0.025
	K2	0.000	1.172	1.186	1.051	0.919	0.808	0.718	0.645	0.585	0.534
2.68	K1	1.200	0.493	0.248	0.147	0.096	0.068	0.050	0.039	0.031	0.025
	K2	0.000	1.179	1.189	1.053	0.920	0.809	0.719	0.645	0.585	0.534

Tabelul 3.17

a=4; b=11...20; c=0,30...0,58

a	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,30	K1	0,498	0,446	0,598	0,553	0,512	0,474	0,440	0,408	0,386	0,354
0,30	K2	0,289	0,213	0,215	0,216	0,215	0,213	0,211	0,208	0,205	0,202
0,32	K1	0,468	0,607	0,559	0,515	0,474	0,438	0,405	0,374	0,347	0,322
0,32	K2	0,225	0,228	0,229	0,228	0,227	0,224	0,221	0,217	0,213	0,209
0,34	K1	0,623	0,571	0,523	0,479	0,440	0,405	0,373	0,344	0,318	0,294
0,34	K2	0,240	0,242	0,242	0,240	0,237	0,234	0,230	0,225	0,221	0,216
0,36	K1	0,589	0,537	0,489	0,447	0,409	0,375	0,344	0,317	0,292	0,270
0,36	K2	0,255	0,255	0,254	0,251	0,247	0,243	0,238	0,232	0,227	0,221
0,38	K1	0,557	0,505	0,458	0,417	0,380	0,347	0,318	0,292	0,269	0,248
0,38	K2	0,268	0,267	0,265	0,261	0,256	0,251	0,245	0,239	0,233	0,227
0,40	K1	0,526	0,475	0,430	0,390	0,354	0,323	0,295	0,270	0,248	0,228
0,40	K2	0,281	0,279	0,275	0,270	0,264	0,258	0,251	0,245	0,238	0,231
0,42	K1	0,498	0,447	0,403	0,364	0,330	0,300	0,274	0,250	0,229	0,211
0,42	K2	0,293	0,289	0,285	0,279	0,272	0,265	0,257	0,250	0,243	0,236
0,44	K1	0,471	0,422	0,379	0,341	0,308	0,280	0,254	0,232	0,213	0,195
0,44	K2	0,304	0,299	0,293	0,286	0,279	0,271	0,263	0,255	0,247	0,239
0,46	K1	0,446	0,398	0,356	0,320	0,288	0,261	0,237	0,216	0,197	0,181
0,46	K2	0,314	0,309	0,301	0,293	0,285	0,276	0,267	0,259	0,251	0,243
0,48	K1	0,422	0,375	0,335	0,300	0,270	0,244	0,221	0,201	0,184	0,168
0,48	K2	0,324	0,317	0,309	0,300	0,291	0,281	0,272	0,263	0,254	0,246
0,50	K1	0,400	0,355	0,316	0,282	0,254	0,229	0,207	0,188	0,171	0,157
0,50	K2	0,333	0,325	0,316	0,306	0,296	0,286	0,276	0,266	0,257	0,248
0,52	K1	0,379	0,335	0,298	0,266	0,238	0,214	0,194	0,176	0,160	0,146
0,52	K2	0,342	0,333	0,322	0,311	0,301	0,290	0,279	0,269	0,260	0,251
0,54	K1	0,360	0,317	0,281	0,250	0,224	0,201	0,182	0,165	0,150	0,137
0,54	K2	0,350	0,339	0,328	0,317	0,305	0,294	0,283	0,272	0,262	0,253
0,56	K1	0,342	0,301	0,266	0,236	0,211	0,190	0,171	0,155	0,141	0,128
0,56	K2	0,358	0,346	0,334	0,321	0,309	0,297	0,286	0,275	0,265	0,255
0,58	K1	0,325	0,285	0,252	0,223	0,199	0,179	0,161	0,146	0,132	0,121
0,58	K2	0,352	0,339	0,326	0,313	0,300	0,289	0,277	0,267	0,257	0,247

Tabelul 3.17(continuare)

a=4; b=11...20; c=0,60...0,88

a	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,60	K1	0,309	0,271	0,238	0,211	0,188	0,169	0,152	0,137	0,124	0,113
0,60	K2	0,371	0,357	0,343	0,330	0,316	0,303	0,291	0,280	0,269	0,259
0,62	K1	0,294	0,257	0,226	0,200	0,178	0,159	0,143	0,129	0,117	0,107
0,62	K2	0,377	0,363	0,348	0,333	0,319	0,306	0,294	0,282	0,271	0,260
0,64	K1	0,281	0,245	0,215	0,190	0,169	0,151	0,135	0,122	0,111	0,101
0,64	K2	0,383	0,367	0,352	0,337	0,322	0,309	0,296	0,284	0,272	0,262
0,66	K1	0,268	0,233	0,204	0,180	0,160	0,143	0,128	0,116	0,105	0,095
0,66	K2	0,389	0,372	0,356	0,340	0,325	0,311	0,298	0,285	0,274	0,263
0,68	K1	0,255	0,222	0,194	0,171	0,152	0,135	0,121	0,110	0,099	0,089
0,68	K2	0,394	0,376	0,359	0,343	0,328	0,313	0,300	0,287	0,275	0,264
0,70	K1	0,244	0,212	0,185	0,163	0,144	0,129	0,115	0,104	0,094	0,086
0,70	K2	0,398	0,380	0,363	0,346	0,330	0,315	0,301	0,288	0,276	0,265
0,72	K1	0,233	0,202	0,176	0,155	0,137	0,122	0,110	0,099	0,089	0,081
0,72	K2	0,403	0,384	0,366	0,348	0,332	0,317	0,303	0,290	0,279	0,268
0,74	K1	0,223	0,193	0,168	0,148	0,131	0,116	0,104	0,094	0,085	0,077
0,74	K2	0,407	0,387	0,368	0,351	0,334	0,319	0,304	0,291	0,279	0,267
0,76	K1	0,213	0,184	0,161	0,141	0,125	0,111	0,099	0,089	0,081	0,073
0,76	K2	0,411	0,391	0,371	0,353	0,336	0,320	0,306	0,292	0,280	0,268
0,78	K1	0,205	0,176	0,154	0,135	0,119	0,106	0,095	0,085	0,077	0,070
0,78	K2	0,415	0,394	0,374	0,355	0,338	0,322	0,307	0,293	0,281	0,269
0,80	K1	0,196	0,169	0,147	0,129	0,114	0,101	0,090	0,081	0,073	0,067
0,80	K2	0,418	0,397	0,376	0,357	0,339	0,323	0,308	0,294	0,282	0,270
0,82	K1	0,188	0,162	0,141	0,123	0,109	0,097	0,086	0,078	0,070	0,064
0,82	K2	0,422	0,399	0,378	0,359	0,341	0,325	0,309	0,295	0,282	0,271
0,84	K1	0,181	0,155	0,135	0,118	0,104	0,092	0,082	0,074	0,067	0,061
0,84	K2	0,425	0,402	0,380	0,361	0,342	0,326	0,310	0,296	0,283	0,271
0,86	K1	0,173	0,149	0,129	0,113	0,100	0,088	0,079	0,071	0,064	0,058
0,86	K2	0,428	0,404	0,382	0,362	0,344	0,327	0,311	0,297	0,284	0,272
0,88	K1	0,167	0,143	0,124	0,108	0,096	0,085	0,076	0,068	0,061	0,056
0,88	K2	0,431	0,406	0,384	0,364	0,345	0,328	0,312	0,298	0,285	0,273

Tabelul 3.17(continuare)

a=4; b=11...20; c=0,90...1,18

a	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,90	K1	0,160	0,138	0,119	0,104	0,092	0,081	0,072	0,065	0,059	0,053
	K2	0,433	0,409	0,386	0,365	0,346	0,329	0,313	0,299	0,285	0,273
0,92	K1	0,154	0,132	0,115	0,100	0,088	0,078	0,070	0,062	0,056	0,051
	K2	0,436	0,411	0,388	0,367	0,348	0,330	0,314	0,299	0,286	0,274
0,94	K1	0,149	0,127	0,110	0,096	0,085	0,075	0,067	0,060	0,054	0,049
	K2	0,438	0,413	0,389	0,368	0,349	0,331	0,315	0,300	0,286	0,274
0,96	K1	0,143	0,123	0,106	0,092	0,081	0,072	0,064	0,058	0,052	0,047
	K2	0,440	0,414	0,391	0,369	0,350	0,332	0,316	0,301	0,287	0,275
0,98	K1	0,138	0,118	0,102	0,089	0,078	0,069	0,062	0,055	0,050	0,045
	K2	0,442	0,416	0,392	0,370	0,351	0,333	0,316	0,301	0,288	0,275
1,00	K1	0,133	0,114	0,098	0,086	0,075	0,067	0,059	0,053	0,048	0,043
	K2	0,444	0,418	0,393	0,371	0,351	0,333	0,317	0,302	0,288	0,275
1,02	K1	0,129	0,110	0,095	0,083	0,073	0,064	0,057	0,051	0,046	0,042
	K2	0,446	0,419	0,395	0,372	0,352	0,334	0,317	0,302	0,288	0,276
1,04	K1	0,124	0,106	0,092	0,080	0,070	0,062	0,055	0,049	0,045	0,040
	K2	0,448	0,421	0,396	0,373	0,353	0,335	0,318	0,303	0,289	0,276
1,06	K1	0,120	0,102	0,088	0,077	0,067	0,060	0,053	0,048	0,043	0,039
	K2	0,450	0,422	0,397	0,374	0,354	0,335	0,319	0,303	0,289	0,276
1,08	K1	0,116	0,099	0,085	0,074	0,065	0,058	0,051	0,046	0,041	0,037
	K2	0,452	0,423	0,398	0,375	0,355	0,336	0,319	0,304	0,290	0,277
1,10	K1	0,112	0,096	0,082	0,072	0,063	0,056	0,050	0,044	0,040	0,036
	K2	0,453	0,425	0,399	0,376	0,355	0,337	0,320	0,304	0,290	0,277
1,12	K1	0,109	0,093	0,080	0,069	0,061	0,054	0,048	0,043	0,039	0,035
	K2	0,455	0,426	0,400	0,377	0,356	0,337	0,320	0,305	0,290	0,277
1,14	K1	0,105	0,090	0,077	0,067	0,059	0,052	0,046	0,041	0,037	0,033
	K2	0,456	0,427	0,401	0,378	0,357	0,338	0,320	0,305	0,291	0,278
1,16	K1	0,102	0,087	0,075	0,065	0,057	0,050	0,045	0,040	0,036	0,033
	K2	0,458	0,428	0,402	0,379	0,357	0,338	0,321	0,305	0,291	0,278
1,18	K1	0,099	0,084	0,072	0,063	0,055	0,049	0,043	0,039	0,035	0,032
	K2	0,459	0,429	0,403	0,379	0,358	0,339	0,321	0,306	0,291	0,278

Tabelul 3.17(continuare)

a=4; b=11...20; c=1,20...1,46

a	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1,20	K1	0,096	0,081	0,070	0,061	0,053	0,047	0,042	0,037	0,034	0,031
	K2	0,460	0,430	0,404	0,380	0,358	0,339	0,322	0,306	0,292	0,278
1,22	K1	0,093	0,079	0,068	0,059	0,052	0,046	0,041	0,036	0,033	0,030
	K2	0,461	0,431	0,404	0,380	0,359	0,340	0,322	0,306	0,292	0,279
1,24	K1	0,090	0,077	0,066	0,057	0,050	0,044	0,039	0,035	0,032	0,029
	K2	0,462	0,432	0,405	0,381	0,359	0,340	0,322	0,307	0,292	0,279
1,26	K1	0,088	0,074	0,064	0,055	0,049	0,043	0,038	0,034	0,031	0,028
	K2	0,464	0,433	0,406	0,382	0,360	0,340	0,323	0,307	0,292	0,279
1,28	K1	0,085	0,072	0,062	0,054	0,047	0,042	0,037	0,033	0,030	0,027
	K2	0,465	0,434	0,406	0,382	0,360	0,341	0,323	0,307	0,293	0,279
1,30	K1	0,083	0,070	0,060	0,052	0,046	0,040	0,036	0,032	0,029	0,026
	K2	0,466	0,435	0,407	0,383	0,361	0,341	0,323	0,307	0,293	0,279
1,32	K1	0,080	0,068	0,058	0,051	0,044	0,039	0,035	0,031	0,028	0,025
	K2	0,467	0,435	0,408	0,383	0,361	0,341	0,324	0,308	0,293	0,280
1,34	K1	0,078	0,066	0,057	0,049	0,043	0,038	0,034	0,030	0,027	0,025
	K2	0,467	0,436	0,408	0,384	0,362	0,342	0,324	0,308	0,293	0,280
1,36	K1	0,076	0,064	0,055	0,048	0,042	0,037	0,033	0,029	0,026	0,024
	K2	0,468	0,437	0,409	0,384	0,362	0,342	0,324	0,308	0,293	0,280
1,38	K1	0,074	0,063	0,054	0,047	0,041	0,036	0,032	0,029	0,026	0,023
	K2	0,469	0,437	0,409	0,384	0,362	0,342	0,324	0,308	0,294	0,280
1,40	K1	0,072	0,061	0,052	0,045	0,040	0,035	0,031	0,028	0,025	0,023
	K2	0,470	0,438	0,410	0,385	0,363	0,343	0,325	0,308	0,294	0,280
1,42	K1	0,070	0,059	0,051	0,044	0,039	0,034	0,030	0,027	0,024	0,022
	K2	0,471	0,439	0,410	0,385	0,363	0,343	0,325	0,309	0,294	0,280
1,44	K1	0,068	0,058	0,050	0,043	0,038	0,033	0,029	0,026	0,024	0,021
	K2	0,472	0,439	0,411	0,386	0,364	0,343	0,325	0,309	0,294	0,281
1,46	K1	0,066	0,056	0,048	0,042	0,037	0,032	0,029	0,026	0,023	0,021
	K2	0,472	0,440	0,411	0,386	0,364	0,343	0,325	0,309	0,294	0,281
1,48	K1	0,065	0,055	0,047	0,041	0,036	0,031	0,028	0,025	0,022	0,020
	K2	0,473	0,440	0,412	0,386	0,364	0,344	0,326	0,309	0,294	0,281



Tabelul 3.17 (continuare)

a=4; b=11...20; c=1,50...1,78

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.90	K1	0.063	0.053	0.046	0.040	0.035	0.031	0.027	0.024	0.022	0.020
	K2	0.474	0.441	0.412	0.387	0.364	0.344	0.326	0.309	0.295	0.281
1.52	K1	0.062	0.052	0.045	0.039	0.034	0.030	0.026	0.024	0.021	0.019
	K2	0.474	0.441	0.413	0.387	0.364	0.344	0.326	0.310	0.295	0.281
1.54	K1	0.060	0.051	0.044	0.038	0.033	0.029	0.026	0.023	0.021	0.019
	K2	0.475	0.442	0.413	0.387	0.365	0.344	0.326	0.310	0.295	0.281
1.56	K1	0.059	0.050	0.042	0.037	0.032	0.028	0.025	0.022	0.020	0.018
	K2	0.476	0.442	0.413	0.388	0.365	0.345	0.326	0.310	0.295	0.281
1.58	K1	0.057	0.048	0.041	0.036	0.031	0.028	0.025	0.022	0.020	0.018
	K2	0.476	0.443	0.414	0.388	0.365	0.345	0.327	0.310	0.295	0.281
1.60	K1	0.056	0.047	0.040	0.035	0.031	0.027	0.024	0.021	0.019	0.017
	K2	0.477	0.443	0.414	0.388	0.365	0.345	0.327	0.310	0.295	0.282
1.62	K1	0.055	0.046	0.039	0.034	0.030	0.026	0.023	0.021	0.019	0.017
	K2	0.477	0.444	0.414	0.389	0.366	0.345	0.327	0.310	0.295	0.282
1.64	K1	0.053	0.045	0.039	0.033	0.029	0.026	0.023	0.020	0.018	0.017
	K2	0.478	0.444	0.415	0.389	0.366	0.345	0.327	0.310	0.295	0.282
1.66	K1	0.052	0.044	0.038	0.033	0.028	0.025	0.022	0.020	0.018	0.016
	K2	0.478	0.445	0.415	0.389	0.366	0.346	0.327	0.311	0.296	0.282
1.68	K1	0.051	0.043	0.037	0.032	0.028	0.024	0.022	0.019	0.017	0.016
	K2	0.479	0.445	0.415	0.389	0.366	0.346	0.327	0.311	0.296	0.282
1.70	K1	0.050	0.042	0.036	0.031	0.027	0.024	0.021	0.019	0.017	0.015
	K2	0.479	0.445	0.416	0.390	0.367	0.346	0.327	0.311	0.296	0.282
1.72	K1	0.049	0.041	0.035	0.030	0.027	0.023	0.021	0.019	0.017	0.015
	K2	0.480	0.446	0.416	0.390	0.367	0.346	0.328	0.311	0.296	0.282
1.74	K1	0.048	0.040	0.034	0.030	0.026	0.023	0.020	0.018	0.016	0.015
	K2	0.480	0.446	0.416	0.390	0.367	0.346	0.328	0.311	0.296	0.282
1.76	K1	0.047	0.039	0.034	0.029	0.025	0.022	0.020	0.018	0.016	0.014
	K2	0.481	0.446	0.417	0.390	0.367	0.346	0.328	0.311	0.296	0.282
1.78	K1	0.046	0.038	0.033	0.028	0.025	0.022	0.019	0.017	0.016	0.014
	K2	0.481	0.447	0.417	0.391	0.367	0.347	0.328	0.311	0.296	0.282

Tabelul 3.17 (continuare)

a=4; b=11...20; c=1,50...1,78

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.80	K1	0.045	0.038	0.032	0.028	0.024	0.021	0.019	0.017	0.015	0.014
	K2	0.481	0.447	0.417	0.391	0.367	0.347	0.328	0.311	0.296	0.282
1.82	K1	0.044	0.037	0.031	0.027	0.024	0.021	0.019	0.017	0.015	0.013
	K2	0.482	0.447	0.417	0.391	0.368	0.347	0.328	0.311	0.296	0.283
1.84	K1	0.043	0.036	0.031	0.027	0.023	0.020	0.018	0.016	0.015	0.013
	K2	0.482	0.448	0.418	0.391	0.368	0.347	0.328	0.312	0.296	0.283
1.86	K1	0.042	0.035	0.030	0.026	0.023	0.020	0.018	0.016	0.014	0.013
	K2	0.483	0.448	0.418	0.391	0.368	0.347	0.328	0.312	0.296	0.283
1.88	K1	0.041	0.035	0.030	0.026	0.022	0.020	0.017	0.016	0.014	0.013
	K2	0.483	0.448	0.418	0.391	0.368	0.347	0.328	0.312	0.297	0.283
1.90	K1	0.040	0.034	0.029	0.025	0.022	0.019	0.017	0.015	0.014	0.012
	K2	0.483	0.449	0.418	0.392	0.368	0.347	0.329	0.312	0.297	0.283
1.92	K1	0.039	0.033	0.028	0.025	0.021	0.019	0.017	0.015	0.013	0.012
	K2	0.484	0.449	0.418	0.392	0.368	0.347	0.329	0.312	0.297	0.283
1.94	K1	0.038	0.033	0.028	0.024	0.021	0.018	0.016	0.015	0.013	0.012
	K2	0.484	0.449	0.419	0.392	0.368	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
1.96	K1	0.038	0.032	0.027	0.024	0.021	0.018	0.016	0.014	0.013	0.012
	K2	0.484	0.449	0.419	0.392	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
1.98	K1	0.037	0.031	0.027	0.023	0.020	0.018	0.016	0.014	0.013	0.011
	K2	0.485	0.450	0.419	0.392	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
2.00	K1	0.036	0.031	0.026	0.023	0.020	0.017	0.015	0.014	0.012	0.011
	K2	0.485	0.450	0.419	0.392	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
2.02	K1	0.036	0.030	0.026	0.022	0.019	0.017	0.015	0.014	0.012	0.011
	K2	0.485	0.450	0.419	0.393	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
2.04	K1	0.035	0.030	0.025	0.022	0.019	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011
	K2	0.485	0.450	0.420	0.393	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
2.06	K1	0.034	0.029	0.025	0.021	0.019	0.016	0.015	0.013	0.012	0.011
	K2	0.486	0.450	0.420	0.393	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
2.08	K1	0.034	0.026	0.024	0.021	0.018	0.016	0.014	0.013	0.011	0.011
	K2	0.486	0.451	0.420	0.393	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283

Tabelul 3.17 (continuare)

a=4; b=11...20; c=2, 10...2, 58

b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2.10	K1	0.033	0.028	0.024	0.021	0.018	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010
	K2	0.486	0.451	0.420	0.393	0.369	0.348	0.329	0.312	0.297	0.283
	K1	0.032	0.027	0.023	0.020	0.018	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010
2.12	K2	0.486	0.451	0.420	0.393	0.369	0.348	0.330	0.313	0.297	0.283
	K1	0.032	0.027	0.023	0.020	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010
2.14	K2	0.487	0.451	0.420	0.393	0.370	0.348	0.330	0.313	0.297	0.283
	K1	0.031	0.026	0.023	0.019	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010
2.16	K2	0.487	0.451	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.297	0.283
	K1	0.031	0.026	0.022	0.019	0.017	0.015	0.013	0.012	0.010	0.009
2.18	K2	0.487	0.452	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.297	0.283
	K1	0.030	0.025	0.022	0.019	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010	0.009
2.20	K2	0.487	0.452	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.297	0.284
	K1	0.030	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010	0.009
2.22	K2	0.488	0.452	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.297	0.284
	K1	0.029	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009
2.24	K2	0.488	0.452	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.029	0.024	0.021	0.018	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009
2.26	K2	0.488	0.452	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.028	0.024	0.020	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011	0.010	0.009
2.28	K2	0.488	0.452	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.028	0.023	0.020	0.017	0.015	0.013	0.012	0.010	0.009	0.008
2.30	K2	0.488	0.453	0.421	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.027	0.023	0.020	0.017	0.015	0.013	0.012	0.010	0.009	0.008
2.32	K2	0.489	0.453	0.422	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.027	0.023	0.019	0.017	0.014	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008
2.34	K2	0.489	0.453	0.422	0.394	0.370	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.026	0.022	0.019	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008
2.36	K2	0.489	0.453	0.422	0.395	0.371	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.025	0.022	0.019	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008
2.38	K2	0.490	0.453	0.422	0.395	0.371	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284

Tabelul 3.17 (continuare)

a=4; b=11...20; c=2, 40...2, 58

	b	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.40	K1	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008
	K2	0.489	0.453	0.422	0.395	0.371	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.012	0.011	0.009	0.008	0.008
2.42	K2	0.490	0.453	0.422	0.395	0.371	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.025	0.021	0.018	0.015	0.013	0.012	0.010	0.009	0.008	0.008
2.44	K2	0.490	0.454	0.422	0.395	0.371	0.349	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.024	0.020	0.017	0.015	0.013	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007
2.46	K2	0.490	0.454	0.422	0.395	0.371	0.350	0.330	0.313	0.298	0.284
	K1	0.024	0.020	0.017	0.015	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007
2.48	K2	0.490	0.454	0.422	0.395	0.371	0.350	0.331	0.313	0.298	0.284
	K1	0.024	0.020	0.017	0.015	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007
2.50	K2	0.490	0.454	0.423	0.395	0.371	0.350	0.331	0.313	0.298	0.284
	K1	0.023	0.019	0.017	0.014	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007
2.52	K2	0.490	0.454	0.423	0.395	0.371	0.350	0.331	0.313	0.298	0.284
	K1	0.023	0.019	0.016	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007
2.54	K2	0.490	0.454	0.423	0.395	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
	K1	0.022	0.019	0.016	0.014	0.012	0.011	0.009	0.008	0.008	0.007
2.56	K2	0.491	0.454	0.423	0.395	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
	K1	0.022	0.019	0.016	0.014	0.012	0.011	0.009	0.008	0.007	0.007
2.58	K2	0.491	0.454	0.423	0.395	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
	K1	0.022	0.018	0.016	0.014	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.007
2.60	K2	0.491	0.454	0.423	0.395	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
	K1	0.021	0.018	0.015	0.013	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.007
2.62	K2	0.491	0.455	0.423	0.396	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
	K1	0.021	0.018	0.015	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006
2.64	K2	0.491	0.455	0.423	0.396	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
	K1	0.021	0.018	0.015	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006
2.66	K2	0.491	0.455	0.423	0.396	0.371	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284
	K1	0.021	0.017	0.015	0.013	0.011	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006
2.68	K2	0.491	0.455	0.423	0.396	0.372	0.350	0.331	0.314	0.298	0.284

BIBLIOGRAFIE

- DALBAN, C., JUNCAN, N., SERBESCU, C., VARGA, AL.,  
 DIMA, S.: Construcții metalice. Ed. Didactică și  
 Pedagogică, București 1983.
- IOAN, P., NEGREI, L., RADUICA, N.: Construcții metalice  
 Aplicații. Editat I.C.P. 1984.
- MAZILU, P.: Rezistența materialelor. Editat I.C.B., 1974
- POPESCU, V.: Construcții metalice (ed. III). Ed. tehnică,  
 București, 1975.
- PATRINICHE, N., SIMINEA, P., CHESARU, E.: Construcții  
 metalice. Ed. Didactică și Pedagogică, București 1982.
- SIMINEA, P., NEGREI, L.: Construcții metalice.  
 Calculul prin metoda stărilor limită. Ed. Didactică  
 și Pedagogică, București 1982.
- x x x Instrucțiuni privind îmbinarea elementelor  
 de construcții metalice cu șuruburi de înaltă  
 rezistență pretensionată. C 133-82.
- x x x STAS 10108/0-78 Construcții civile, industriale  
 și agricole. Calculul elementelor din oțel.

Tiraj: 650 exemplare  
 Predat multiplicare 1985  
 Corectat: autorii  
 Dactilo: Grigoriu Elena Gabriela  
 Desen: Ion-Gongea Patricia  
 Multiplicarea s-a efectuat la  
 atelierele de reprografie a  
 Institutului